

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID  
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR



INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL: ELECTRÓNICA  
INDUSTRIAL

PROYECTO FIN DE CARRERA

**ANÁLISIS Y ESTUDIO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA  
DEL EDIFICIO ORTEGA Y GASSET (17) DE LA  
UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID**

Autora: M<sup>a</sup> Carmen García-Siso Rodríguez

Tutora: Susana Patón Álvarez

Leganés, 2009



## Agradecimientos

Me resulta especialmente emocionante escribir estas líneas porque significan el final de una etapa.

Una etapa a la que he conseguido llegar gracias a muchas personas, tanto en lo profesional como en lo personal.

Quería agradecer especialmente a Susana Patón que me diera la oportunidad de realizar este proyecto en un momento en el que aunque las ganas y la motivación no me faltaban sí veía casi imposible después de tantos años volver a retomar el final de mi carrera. Gracias por darme esta oportunidad y darme todas las facilidades.

Sin duda, sin la colaboración, ayuda e inestimable amabilidad de Javier Garcia Carrero de la Unidad Técnica de Mantenimiento y Obras no hubiera conseguido llevar a cabo este proyecto. Gracias por tu información y por tu tiempo.

Realizando este proyecto he vuelto a recordar a muchos de mis compañeros de carrera, a algunos les he perdido la pista, aunque no les olvido. He vuelto a recordar, al pasear por los pasillos de la universidad, los nervios, las dudas, las alegrías ante los aprobados y la decepción ante los suspensos y ahora sí puedo afirmar que cada una de esas experiencias merecieron la pena y forjaron un carácter y una actitud ante el trabajo que hoy por hoy marcan mi vida. Sé que muchos de mis compañeros estarán orgullosos de que por fin haya terminado...Gracias a Bea, Rocio, Pilar, Pablo, Oscar, Alba, porque estuvisteis y estáis en este camino.

Mi mayor agradecimiento a mis padres y a mi hermano. Gracias papá y mamá. Gracias porque siempre estáis, en los buenos y en los malos momentos. Gracias por vuestra confianza en mí. Con vuestro ejemplo es muy fácil hacer las cosas bien en la vida y sé que siempre estaréis ahí para echarme una mano.

No me puedo olvidar de mis amigas y de Jesús. Gracias chicas Almu, Cris , Tere y gracias Jesús por darme ánimos cuando las fuerzas flaquean y confiar siempre en mis posibilidades. Os tengo muy olvidados en estos últimos meses pero lo recuperaremos. Sin vuestro apoyo no lo hubiera conseguido.



## INDICE DE CONTENIDOS

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>12</b>
1.1	MARCO NORMATIVO SOBRE EFICIENCIA ENERGÉTICA.	14
1.2	OBJETIVOS DEL PROYECTO	16
1.3	ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO	17
<b>2</b>	<b>DESCRIPCION DEL EDIFICIO Y SITUACION ACTUAL</b>	<b>21</b>
2.1	DESCRIPCION DEL EDIFICIO	21
2.2	DESCRIPCION DE LAS INSTALACIONES	24
2.2.1	DESCRIPCION INSTALACIONES DE CLIMATIZACIÓN.	25
2.2.2	DESCRIPCION INSTALACIONES ELECTRICAS	67
2.2.3	DESCRIPCION INSTALACIONES ALUMBRADO	72
2.2.4	DESCRIPCION INSTALACIONES DE FONTANERÍA	78
2.2.5	INSTALACIÓN DE ENVOLVENTE DEL EDIFICIO	83
2.3	CONSUMO ENERGÉTICO ACTUAL	87
2.3.1	CONSUMO DE AGUA	88
2.3.2	CONSUMO ELÉCTRICO	92
2.3.3	CONSUMO DE COMBUSTIBLE	97
2.3.4	DISTRIBUCIÓN CONSUMO ENERGÉTICO ACTUAL	101
<b>3</b>	<b>MEDICIONES REALIZADAS</b>	<b>105</b>
3.1	MEDICIONES EN INSTALACIONES DE FONTANERÍA	106
3.2	MEDICIONES EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS	108
3.2.1	MEDICIONES CON ANALIZADORES DE REDES	108
3.2.2	MEDICIONES CON LUXÓMETRO	126
3.2.3	MEDICIONES CON CÁMARA TERMOGRÁFICA.	130
3.3	MEDICIONES EN INSTALACIONES TÉRMICAS.	131
3.3.1	MEDICIONES DE RENDIMIENTOS DE CALDERA	131
3.4	MEDICIONES EN ENVOLVENTE DEL EDIFICIO.	135
<b>4</b>	<b>ESTUDIO DE LA FACTURA ELECTRICA ACTUAL</b>	<b>137</b>
4.1	ANÁLISIS DE LA TARIFA ELÉCTRICA ACTUAL	137
4.2	ANALISIS DEL SISTEMA DE CONTRATACIÓN DE 6 PERIODOS	138
<b>5</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA</b>	<b>147</b>



<b>5.1</b>	<b>MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN AGUA</b>	<b>147</b>
5.1.1	USO DE PERLIZADORES EN GRIFOS	148
5.1.2	USO DE SONDAS DE HUMEDAD PARA RIEGO	154
5.1.3	CAPTACIÓN DE AGUAS PLUVIALES	166
5.1.4	RECOMENDACIONES Y BUENAS PRÁCTICAS.	174
<b>5.2</b>	<b>MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ILUMINACIÓN</b>	<b>176</b>
5.2.1	CAMBIOS MASIVOS DE ALUMBRADO	177
5.2.2	CAMBIO A BALASTOS ELECTRÓNICOS	182
5.2.3	USO DE DETECTORES DE PRESENCIA EN GARAJE	197
5.2.4	MEDIDAS DE APROVECHAMIENTO DE LUZ NATURAL	202
5.2.5	RECOMENDACIONES Y BUENAS PRÁCTICAS	210
<b>5.3</b>	<b>MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA INSTALACIONES TÉRMICAS</b>	<b>212</b>
5.3.1	CAMBIO A CALDERAS DE CONDENSACIÓN.	213
5.3.2	UTILIZACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA COMO APOYO A LA CALEFACCIÓN.	220
<b>5.4</b>	<b>MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA ENVOLVENTE DEL EDIFICIO</b>	<b>234</b>
5.4.1	ESTUDIO TÉCNICO DE LA INSTALACIÓN DE LÁMINAS EN VENTANAS	234
5.4.2	ESTUDIO ECONÓMICO DE LA INSTALACIÓN DE LÁMINAS EN VENTANAS	236
<b>6</b>	<b>AHORRO EN EMISIONES DE CO<sub>2</sub> Y RESUMEN MEDIDAS PROPUESTAS</b>	<b>241</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>246</b>
<b>8</b>	<b>PRESUPUESTO AUDITORÍA ENERGÉTICA</b>	<b>250</b>
<b>9</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>251</b>





## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Características externas de equipos Roof-Top.....	32
Figura 2. Características de dimensiones calderas ADISA DUPLEX 360.....	32
Figura 3. Características técnicas Caldera ADISA DUPLEX.....	33
Figura 4 Rendimiento de la caldera ADISA DUPLEX .....	34
Figura 5. Características enfriadora modelo YCAS.....	37
Figura 6 Rendimiento enfriadora en función de Temperatura ambiente y temperatura de salida de agua.....	38
Figura 7. Arquitectura del Sistema de Control Honeywell.....	55
Figura 8. Producción de Calor en el Sistema de control .....	57
Figura 9. Producción de Frío en el Sistema de control.....	58
Figura 10. Climatizadores en el Sistema de Control Honeywell .....	59
Figura 11. Climatizador 9 en el Sistema de Control Honeywell.....	60
Figura 12. Bombas secundarios calor en el Sistema de Control Honeywell .....	62
Figura 13. Suelo Radiante en el Sistema de Control Honeywell .....	63
Figura 14 Conceptos de tarificación en facturas de agua .....	88
Figura 15 Consumos de Agua. Año 1007. Edificio 17. ....	91
Figura 16 Consumo Eléctrico Total. Año 2007. Edificio 17.....	94
Figura 17.- Reparto de potencias instaladas por servicio en el Edificio 17 .....	96
Figura 18. Consumo Gas Natural expresado en m <sup>3</sup> Año 2007. Edificio 17 .....	99
Figura 19. Consumo Gas Natural expresado en Kwh. Año 2007. Edificio 17.....	100
Figura 20. Consumo de Energía Eléctrica y Gas Natural. Año 2007. Edificio 17 .....	101
Figura 21 Porcentaje de consumo anual de Energía Eléctrica y Gas Natural. Año 2007. Edificio 17. ....	102
Figura 22 Facturación Mensual de Energía. Edificio 17.....	103
Figura 23 Porcentaje de consumo anual de facturación de energía. Año 2007. Edificio 17 .....	104
Figura 24 Consumo diario de Potencia Activa en Época Verano en Instalaciones Generales de Red.....	113
Figura 25 Consumo semanal Potencia Activa en Época de Verano en Instalaciones Generales de Red .....	114
Figura 26 Consumo diario de Potencia Activa en Época Verano en Instalaciones Generales de Climatización .....	115



Figura 27 Consumo semanal Potencia Activa en Época de Verano en Instalaciones Generales de Climatización.....	116
Figura 28 Comparativa de Consumo semanal de Potencia Activa de Red y de Climatización en época de verano.....	117
Figura 29 Consumo de Energía Activa de Red y Climatización en Época Verano.....	118
Figura 30 Consumo diario de Potencia Activa en Época Invierno en Instalaciones Generales de Red .....	119
Figura 31 Consumo semanal de Potencia Activa en Época Invierno en Instalaciones Generales de Red .....	120
Figura 32 Consumo diario de Potencia Activa en Época Invierno en Instalaciones Generales de Climatización.....	121
Figura 33 Consumo semanal de Potencia Activa en Época Invierno en Instalaciones Generales de Climatización.....	122
Figura 34 Comparativa de Consumo semanal de Potencia Activa de Red y de Climatización en época de invierno .....	123
Figura 35 Figura 36 Consumo de Energía Activa de Red y Climatización en Época Invierno .....	124
Figura 37 Rendimiento de combustión de caldera .....	133
Figura 38 Consumo de Energía Activa según facturación mensual .....	142
Figura 40 Caudal l/minuto según perlizador .....	151
Figura 41 Esquema de conexionado del Rain-check .....	156
Figura 42 Método de trabajo para el riego con sonda e humedad .....	158
Figura 43 Filtro de línea para depósito de recogida de aguas pluviales. ....	170
Figura 44 Deflector de entrada de depósito de recogida de aguas pluviales .....	170
Figura 45 Sifón anti-roedores para depósito de recogida de aguas pluviales .....	171
Figura 46 Aspiración flotante para depósito de recogida de aguas pluviales.....	171
Figura 47 Gráfica sobre evolución de los costes de sustitución de luminarias.....	178
Figura 48 Conexión de balasto electrónico a dos lámparas fluorescentes.....	184
Figura 49 Dibujo sobre la planta sótano y situación de detectores de presencia .....	199
Figura 50 Aspecto de la fotocélula a instalar en las luminarias .....	203
Figura 51 Detalle de conexión entre fotocélula y balasto electrónico .....	203
Figura 52 Conexión maestro y esclavo de las luminarias con sensor luminoso y balasto electrónico .....	204
Figura 53 Representación del Poder calorífico Inferior y Poder calorífico superior en la combustión .....	213
Figura 54 Ejemplo de conexión de sistema solar en sistema de calefacción. ....	222



Figura 55 Ejemplo de distancia entre filas de captadores solares .....	225
--	-----



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Inventario Bombas circulación de agua .....	28
Tabla 2 Características Equipo Roof Top. Edificio 17.....	30
Tabla 3 Características enfriadora ROCA YORK YCAS 0775 .....	36
Tabla 4 Inventario Climatizadores.....	39
Tabla 5 Inventario Cajas de Volumen variable .....	49
Tabla 6. Inventario Fan-coils.....	51
Tabla 7 Inventario extractores .....	53
Tabla 8 Inventario extractores Aseos.....	54
Tabla 9 Características Grupo Electrónico.....	67
Tabla 10 Inventario fluxores, grifos y duchas .....	80
Tabla 11 Consumos instantáneos por aparato.....	80
Tabla 12 Resumen de resultados del cálculo de carga de refrigeración total del edificio...	85
Tabla 13 Resumen de resultados del cálculo de carga de refrigeración total del edificio...	86
Tabla 14.- Consumo energético actual. Año 2007.- Edificio 17. ....	87
Tabla 15. Consumo de agua y facturación . Año 2007. Edificio 17.....	90
Tabla 16.- Consumos Mensuales de Electricidad. Año 2007. Edificio 17.....	93
Tabla 17.- Consumo de Energía y Facturación de electricidad. Año 2007. Edificio 17.....	94
Tabla 18 Resumen de potencias instaladas en el edificio 17.....	95
Tabla 19.- Consumo mensual Gas Natural. Año 2007. Edificio 17. ....	98
Tabla 20 Consumo de Energía y Facturación de Gas Natural. Año 2007. Edificio 17. ....	100
Tabla 21. Temporización grifos y fluxores.....	106
Tabla 22.- Datos de Potencia (Kw) del Analizador de Red desde 1/07/08 hasta 07/07/08.	109
Tabla 23.- Datos de Potencia (Kw) del Analizador de Climatización desde 01/07/08 hasta 07/07/08.....	110
Tabla 24.- Datos de Potencia (Kw) del Analizador de Red desde 02/12/08 hasta 08/12/08	111
Tabla 25.- Datos de Potencia (Kw) del Analizador de Climatización desde 02/12/08 hasta 08/12/08.....	112
Tabla 26 Datos generales del sistema tarifario actual .....	137
Tabla 27 Horarios según días del periodo tarifario P6.....	140
Tabla 28 Demanda de energía según facturación en primer semestre Año 2007.....	141
Tabla 29 Demanda de energía según facturación en primer semestre Año 2007.....	141



Tabla 30 Precio relativo al término de potencia y energía que queda definido en el R/D1634/2006 de 29 de diciembre.....	143
Tabla 31.- Precios promedios de energía publicados por OMEL .....	143
Tabla 32 Potencias que podrían contratarse para cada uno de los periodos .....	144
Tabla 33 Estudio comparativo de Tarifación Eléctrica .....	145
Tabla 34 Consumo aproximado de agua de grifos en Edificio 17 .....	152
Tabla 35 Inversión en perlizadores del Edificio 17 .....	152
Tabla 36 Calculo de ahorro estimado en el uso de perlizadores del Edificio 17 .....	153
Tabla 37 Cálculo del tiempo de retorno de la inversión en perlizadores del Edificio 17..	153
Tabla 38 Total de días de riego y litros de agua necesario para el riego del cespèd.....	161
Tabla 39 Consumo anual en mm al año ó litros al año de arbustos por m <sup>2</sup> .....	162
Tabla 40 Consumo y excedente de agua en el riego del Edificio .....	162
Tabla 41 Niveles máximos y medios de pluviometría mensual de la zona de Getafe. Datos de la Agencia Estatal de Meteorología .....	163
Tabla 42 Calculo del retorno de la inversión por el uso de dispositivo Rain-check .....	164
Tabla 43 Calculo del retorno de la inversión por el uso de sondas de humedad en el suelo .....	165
Tabla 44 Calculo del ahorro en agua por la instalación de un sistema de Captación de Aguas pluviales.....	172
Tabla 45 Ahorros conseguidos con cambio masivo de alumbrado y balasto electrónico. 191	
Tabla 46 Ahorros conseguidos con cambio masivo de alumbrado Xtra y balasto electrónico .....	192
Tabla 47 Ahorros conseguidos con cambio masivo de alumbrado con lámpara ECO y balasto electrónico .....	193
Tabla 48 Calculo del retorno de la inversión para el uso de balasto electrónico y cambio masivo de alumbrado.....	195
Tabla 49 Resumen ahorros conseguidos con cambios masivos y balastos electrónicos....	196
Tabla 50 Calculo del retorno de la inversión por el uso de detectores de presencia en garaje .....	201
Tabla 51 Ahorros medios mediante utilización de sensor luminoso según hoja de especificaciones del fabricante. ....	205
Tabla 52 Cálculo del ahorro por la utilización de sensores luminosos en la planta Baja del Edificio 17 .....	206
Tabla 53 Cálculo del ahorro por la utilización de sensores luminosos en la planta Primera del Edificio 17.....	207



Tabla 54 Cálculo del ahorro por la utilización de sensores luminosos en la planta Segunda del Edificio 17 .....	208
Tabla 55 Resumen de Ahorros por planta por la utilización de sensores luminosos .....	209
Tabla 56 Cálculo del retorno de la inversión por la utilización de medidas de aprovechamiento de luz natural .....	209
Tabla 57 Demanda real mensual de calefacción en el Edificio 17 .....	223
Tabla 58 Predimensionamiento de la Instalación solar térmica como apoyo a calefacción según el método f-chart .....	227
Tabla 59 Predimensionamiento de la Instalación solar térmica como apoyo a fan-coils según el método f-chart .....	232
Tabla 60 Cálculo del retorno de la inversión por la utilización de energía solar térmico como apoyo a fan-coils .....	233
Tabla 61 Calculo de cargas térmicas de refrigeración de despacho .....	237
Tabla 62 Tabla resumen de los ahorros conseguidos en refrigeración por la utilización de láminas en ventanales .....	238
Tabla 63 Calculo de los m <sup>2</sup> de láminas necesarias para las ventanas .....	239
Tabla 64 Calculo del retorno de la inversión por el uso de láminas de control solar en ventanas .....	240
Tabla 65 Coeficientes de paso a energía primaria y emisiones .....	241
Tabla 66 Resumen de Medidas de Eficiencia Energética y Ahorros en CO <sub>2</sub> del Edificio 17 de la Universidad Carlos III .....	243



## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Vista panorámica del Edificio 17 de la Universidad Carlos III de Madrid ....	21
Ilustración 2 Aula planta Baja. Edificio 17. ....	72
Ilustración 3.- Detalle del alumbrado de pizarras. Edificio 17. ....	73
Ilustración 4.- Baño señoras primera Planta. Edificio 17. ....	74
Ilustración 5 Pasillos y zona Hall . Edificio 17. ....	75
Ilustración 6.- Parking planta Sótano. Edificio 17 ....	76
Ilustración 7 Grupos de presión de grifos y fluxores. Edificio 17. ....	79
Ilustración 8 Grifos y fluxores . Edificio 17 ....	81
Ilustración 9 Programador de riego. Edificio 17. ....	82
Ilustración 10.- Fotografía de los machones de la Fachada Oeste del Edificio 17 de la Universidad Carlos III. ....	83
Ilustración 11.- Fotografía interior del vestíbulo del Edificio 17 de la Universidad Carlos III. ....	84
Ilustración 12 Fotografía del lucernario del vestíbulo. ....	84
Ilustración 13 Fotografía de lamas en ventanas en Edificio 17 de la Universidad Carlos III .....	85
Ilustración 14 Fotografía de Rain-Check ....	155
Ilustración 15 Fotografía sonda de humedad del terreno. ....	158
Ilustración 16 Fotografía de la zona ajardinada del Edificio 17 ....	160



# 1 INTRODUCCIÓN

La eficiencia energética es un instrumento fundamental para dar respuesta a los cuatro grandes retos del sector energético mundial, el cambio climático, la calidad y seguridad del suministro, la evolución de los mercados y la disponibilidad de fuentes de energía.

Por eficiencia energética se entiende el conjunto de actividades encaminadas a reducir el consumo de energía en términos unitarios, mejorando la utilización de la misma, con el fin de proteger el medio ambiente, reforzar la seguridad del abastecimiento y crear una política energética sostenible.

Se trata de utilizar mejor la energía.

El fomento de la eficiencia energética constituye una parte importante del conjunto de políticas y medidas necesarias para el cumplimiento de los compromisos del Protocolo de Kyoto. En este sentido, la Unión Europea aprobó la Directiva 93/76/CEE y posteriormente la 2002/91/CE en la que obliga a los Estados miembros a fijar unos requisitos mínimos de eficiencia energética para los edificios nuevos y para grandes edificios existentes que se reformen.

El objetivo de una política de eficiencia energética es fomentar comportamientos, métodos de trabajos y técnicas de producción que consuman menos energía.

El uso de la energía tiene un impacto decisivo en nuestro medio de vida, nuestra economía familiar, sobre la economía del país y el medio ambiente. Este impacto, sin embargo, será diferente según utilicemos un tipo de fuente de energía u otro y la forma en que la consumamos.

Las Universidades, como centros intelectuales y de formación que son, tienen la responsabilidad de contribuir a caminar hacia una sociedad que se base en principios de respeto, solidaridad y justicia para con los seres humanos y para con el medio ambiente.

La Universidad Carlos III de Madrid quiere unirse al importante esfuerzo que las sociedades de hoy deben realizar para hacer posible el establecimiento de una sociedad sostenible.

Dentro de este compromiso adquirido por la universidad Carlos III, el **Vicerrectorado de Calidad, Infraestructuras y Medio Ambiente** se encarga de la planificación y ejecución de las políticas y actuaciones dirigidas a hacer efectivos los compromisos indicados.

Y dentro de estas políticas y actuaciones se enmarca el siguiente proyecto fin de carrera cuyo objetivo es obtener un análisis detallado de la situación energética de las





instalaciones del edificio 17 del Campus de Getafe, de manera que podamos definir propuestas concretas para la mejora y optimización de la eficiencia energética del mismo.



## 1.1 MARCO NORMATIVO SOBRE EFICIENCIA ENERGÉTICA.

Se han redactado una serie de Directivas, Códigos, Leyes, Reglamentos y Normas para acomodar el consumo excesivo de los recursos escasos a las verdaderas necesidades, evaluando, limitando y primando el empleo de fuentes de energías alternativas y sobre todo renovables, a la par que desarrollando sistemas eficientes energéticamente para responder a las necesidades vitales.

- **La Directiva 2002/91/CE** del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2002, relativa a la eficiencia energética de los edificios establece la obligación de poner a disposición de los compradores o usuarios de los edificios un certificado de eficiencia energética. Este certificado deberá incluir información objetiva sobre las características energéticas de los edificios de forma que se pueda valorar y comparar su eficiencia energética, con el fin de favorecer la promoción de edificios de alta eficiencia energética y las inversiones en ahorro de energía.
- **Real Decreto 47/2007**, de 19 de Enero. El objetivo principal de este real decreto consiste en establecer el Procedimiento básico que debe cumplir la metodología de cálculo de la calificación de eficiencia energética, con el que se inicia el proceso de certificación, considerando aquellos factores que más incidencia tienen en el consumo de energía de los edificios de nueva construcción o que se modifiquen, reformen o rehabiliten en una extensión determinada. También se establecen en el mismo las condiciones técnicas y administrativas para las certificaciones de eficiencia energética de los proyectos y de los edificios terminados.
- **Código Técnico de Edificación (CTE)**, marco normativo que establece las exigencias básicas de calidad, seguridad y habitabilidad de los edificios y sus instalaciones. Aumentando la calidad básica de la construcción según se recogía en la Ley 38/1999 de Ordenación de la Edificación (LOE), según dicha ley fue construido el edificio objeto de nuestro estudio. Se han incorporado criterios de eficiencia energética que seguiremos para cualquier modificación o propuesta de ahorro energético que se plantee. Exigencias básicas de ahorro de energía (HE).
- **RITE, Reglamento de instalaciones Térmicas de edificios**. Dicho nuevo reglamento se desarrolla con un enfoque basado en prestaciones u objetivos, es decir, expresando los requisitos que deben satisfacer las instalaciones térmicas sin obligar al uso de una determinada técnica o material, ni impidiendo la introducción de nuevas tecnologías y conceptos en cuanto al diseño, frente al enfoque tradicional de reglamentos prescriptivos que consisten en un conjunto de especificaciones técnicas detalladas que presentan el inconveniente de limitar la gama de soluciones aceptables e impiden el uso de nuevos productos y de técnicas innovadoras.



Por otra parte, el reglamento que se aprueba constituye el marco normativo básico en el que se regulan las exigencias de eficiencia energética y de seguridad que deben cumplir las instalaciones térmicas en los edificios para atender la demanda de bienestar e higiene de las personas.

La relación entre las distintas normativas se basa en lo siguiente:

Lo que exige la Directiva Europea son:

- Unos requisitos mínimos de eficiencia energética.
- Que se fijen unos valores máximos de consumo de energía para edificios.

El principal problema es que no se disponen de datos estadísticos de consumo para fijar estos valores en España.

$$\text{Consumo} = \text{Demanda Energética} / \text{Rendimiento}.$$

Por lo que estableceremos esos consumos máximos actuando sobre la demanda energética y el rendimiento en nuestras instalaciones.

La demanda energética en edificios vendrá determinada en los requisitos mínimos del Código técnico de Edificación en su apartado CTE-HE1

El rendimiento en las instalaciones de nuestros edificios vendrá determinada en los requisitos de rendimiento que se establecen en el Código Técnico de Edificación en su apartado CTE-HE2 y en el nuevo RITE.



## 1.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO

En este proyecto fin de carrera “Análisis y estudio de la Eficiencia Energética del Edificio 17 de la Universidad Carlos III de Madrid” se pretende realizar una auditoria energética del edificio.

Consiste en un análisis de situación por el que se obtiene un conocimiento del modo de explotación del edificio, sus niveles de demanda hacia los servicios consumidores de energía, el funcionamiento de sus instalaciones energéticas y el estado de sus componentes, sus consumos energéticos y sus correspondientes costes de explotación. En definitiva, conocer dónde, cómo y para qué se utiliza la energía del edificio.

La auditoria abarca la toma de datos de las instalaciones consumidoras de energía de las instalaciones de climatización, iluminación, ventilación y del resto de equipos más significativos del edificio, el análisis de las mismas y la elaboración de recomendaciones bajo criterios de confortabilidad y salubridad en las condiciones interiores de sus locales y de eficiencia energética y medioambiental de sus instalaciones consumidoras.

Los datos recogidos para la realización de esta auditoría se han obtenido de las visitas al edificio realizadas durante el año 2008.

Por tanto, los principales objetivos de este proyecto son:

- Realizar un análisis y estudio de la eficiencia energética del edificio que pueda servir como guía para análisis de otros edificios de la Universidad.
- Presentar unas medidas de mejora de eficiencia energética del edificio
- Presentar un estudio de viabilidad técnico-económica que se basa en el estudio económico de las medidas de mejora de eficiencia energética realizando un balance del coste y del retorno de la inversión en dichas medidas.



## 1.3 ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO

El objetivo básico que se persigue en la realización de esta auditoría es , por una parte, la de tener una visión global de la utilización energética debida a las distintas instalaciones técnicas (climatización, iluminación, producción del agua caliente sanitaria, etc.) que satisfacen los requerimientos de confort de los usuarios finales del edificio y, por otra, detectar las posibles medidas de eficiencia energética (con y sin inversión) que pudieran ser factibles de implantar en dichas instalaciones, con el fin fundamental de reducir su consumo y coste energéticos y, por tanto, de reducir el impacto medioambiental que produce.

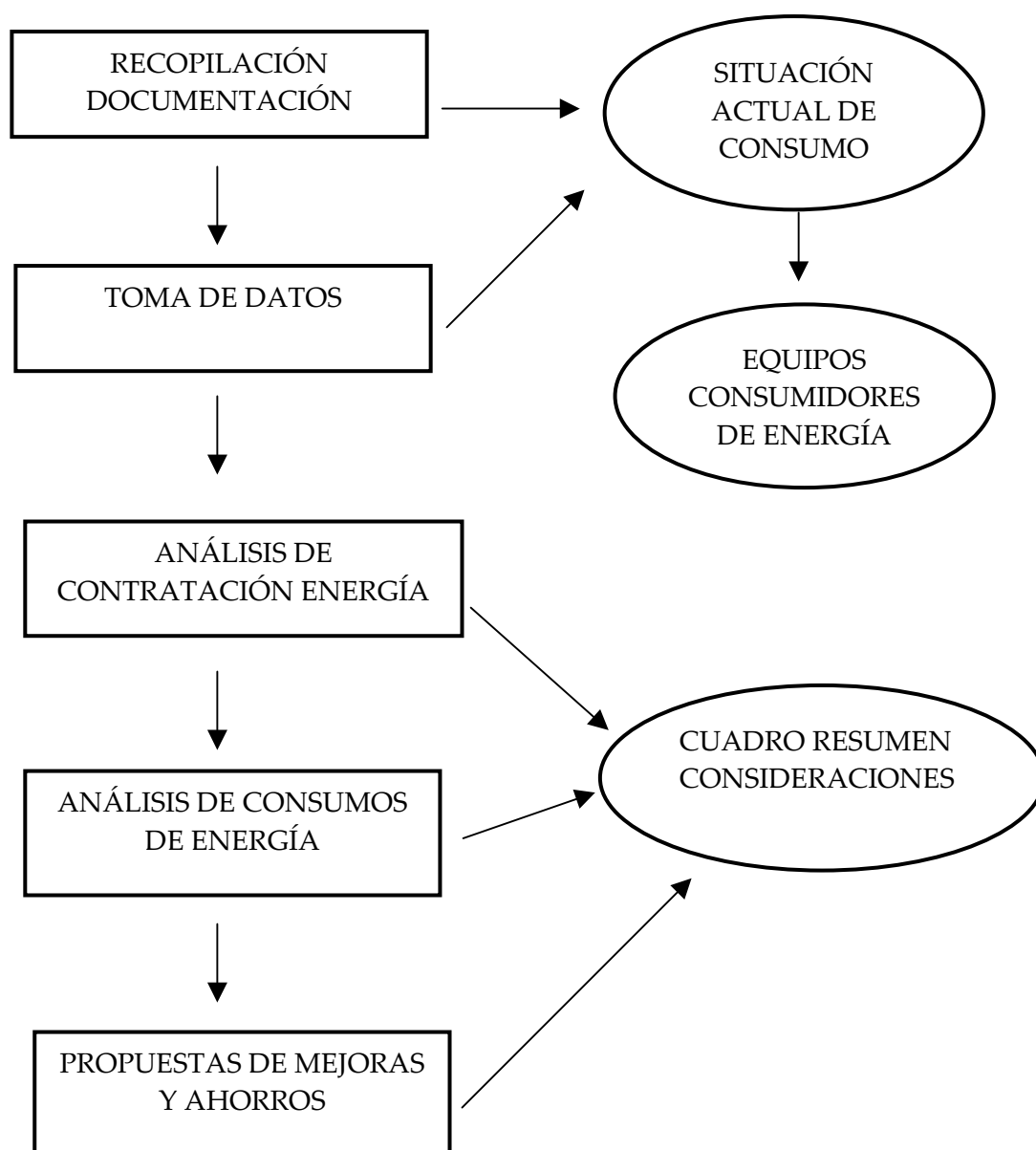
La metodología o actividad que se ha seguido en el desarrollo del estudio y que marcará la estructura del documento será la siguiente:

- 1) Se han recopilado los datos históricos de consumo y funcionamiento:
  - Recibos eléctricos de los dos últimos años
  - Recibos de gas natural de los dos últimos años.
  - Ocupaciones diarias y horarios de funcionamiento.
  - Consignas de temperaturas.
  - Consignas de arranque/ parada de instalaciones y de control y regulación.
  - Se ha realizado un inventario de las instalaciones actuales así como de los datos de consumo reales.
- 2) Para la determinación de la demanda eléctrica y su distribución diaria, sería necesario monitorizar durante un periodo mínimo de una semana los consumos eléctricos producidos en el cuadro general de suministro en baja tensión. En el caso del edificio 17 del Campus de Getafe dispone de analizadores de redes en el cuadro general de baja por lo que basta con recoger los datos aportados por este y otros analizadores situados en los cuadros eléctricos principales.
- 3) Dentro de la demanda eléctrica se ha realizado un estudio más exhaustivo de la parte de alumbrado, realizando medidas mediante luxómetro e inventario de todas las luminarias realmente instaladas.
- 4) En base a los datos obtenidos de la monitorización y a las facturas eléctricas facilitadas, se definirá la demanda eléctrica que presenta el edificio y se realizará un análisis de la contratación actual.



- 5) La determinación de la demanda térmica se realizará a partir de las facturas de combustible, del modo de operación, de las mediciones realizadas y de los datos correspondientes a las consignas de utilización suministrados por la universidad.

A continuación se muestra un diagrama de las actividades a realizar en una auditoría energética.





A través de la recopilación de documentación y la toma de datos del edificio conoceremos cual es la situación actual de consumo y por tanto se definirá cuales son los equipos o elementos consumidores de energía.

Una vez que disponemos de toda la documentación y de un conocimiento claro de cómo funciona energéticamente nuestro edificio pasaremos al análisis de cómo se ha contratado la energía y al análisis de cómo se consume dicha energía para obtener las medidas de ahorro energético más adecuadas.

La estructura del documento, siguiendo los criterios definidos anteriormente, queda de la siguiente manera:

### **Capítulo 1: Introducción**

Se establecen los objetivos del proyecto y la situación social, política y normativa en la que se enmarca este proyecto.

### **Capítulo 2: Descripción del Edificio y Situación Actual**

El trabajo aborda el análisis del diseño de las instalaciones existentes y los flujos de energía originados por ellas para atender las demandas de confort.

De esta manera se obtiene una visión real del consumo de energía actual del edificio.

### **Capítulo 3: Mediciones Realizadas**

Para realizar un juicio sobre la idoneidad de los sistemas y subsistemas existentes, es necesario realizar una serie de mediciones y recogida de datos de las instalaciones actuales.

De esta manera se podrá analizar cómo afectan al consumo de energía final y las posibilidades de optimizar su uso y explotación.

### **Capítulo 4: Optimización de la factura eléctrica**

En una auditoría energética se han de contemplar los aspectos fundamentales que permitan optimizar el coste de la energía y, por lo tanto, maximizar el beneficio. De ahí el estudio de la facturación eléctrica actual y sus posibles mejoras.



## **Capítulo 5: Descripción de las medidas de Eficiencia Energética**

Se desarrollan alternativas de actuación para propiciar un ahorro de energía y costes, proponiendo diversas medidas que pueden mejorar la eficiencia energética global del edificio dentro de cada uno de los sectores energéticos analizados.

Se realizará un estudio económico sobre el valor de las inversiones para cada una de las medidas de eficiencia energética presentadas, así como los ahorros estimados para cada una de ellas obteniendo el tiempo esperado de amortización de dichas inversiones.

## **Capítulo 6: Ahorro en emisiones de CO<sub>2</sub>**

Una vez que se conocen los ahorros estimados que se pueden conseguir a partir de las mejoras propuestas resulta interesante conocer los ahorros en emisiones de CO<sub>2</sub> que supondría la implantación de dichas medidas como un valor añadido importante a la implantación de dichas medidas.

## **Capítulo 7: Conclusiones.**

Se presenta el resumen sobre las medidas energéticas más rentables económicamente y por tanto cuyo retorno de inversión sea menor.

## **Capítulo 8: Presupuesto Auditoría Energética**

Se presenta el estudio económico de la realización de la auditoría energética del Edificio Ortega y Gasset del Campus de Getafe de la Universidad Carlos III de Madrid objeto de este proyecto.





## 2 DESCRIPCION DEL EDIFICIO Y SITUACION ACTUAL

El coste derivado del consumo de energía es susceptible de ser minorado a través de la optimización de las instalaciones con las que contamos en el edificio.

En este apartado, se pretende conocer cuáles son las características de estas instalaciones.

Estos datos se consideran de especial importancia, ya que de ellos depende el mayor o menor acercamiento al correcto dimensionamiento de las distintas alternativas a analizar y, por lo tanto, su rentabilidad

### 2.1 DESCRIPCION DEL EDIFICIO

En este apartado se realizará una visión global del edificio para familiarizarse con el mismo y conocer los aspectos más característicos del mismo.

#### Ubicación y entorno del edificio

El edificio 17 es el edificio del Campus de Getafe conocido como “Aulario para Periodismo y Comunicación” está situado en la calle Madrid, de Getafe. El eje principal de entrada al edificio se sitúa en el eje de simetría de la cafetería que remata la plaza entre los edificios 14 y 15 del Campus.

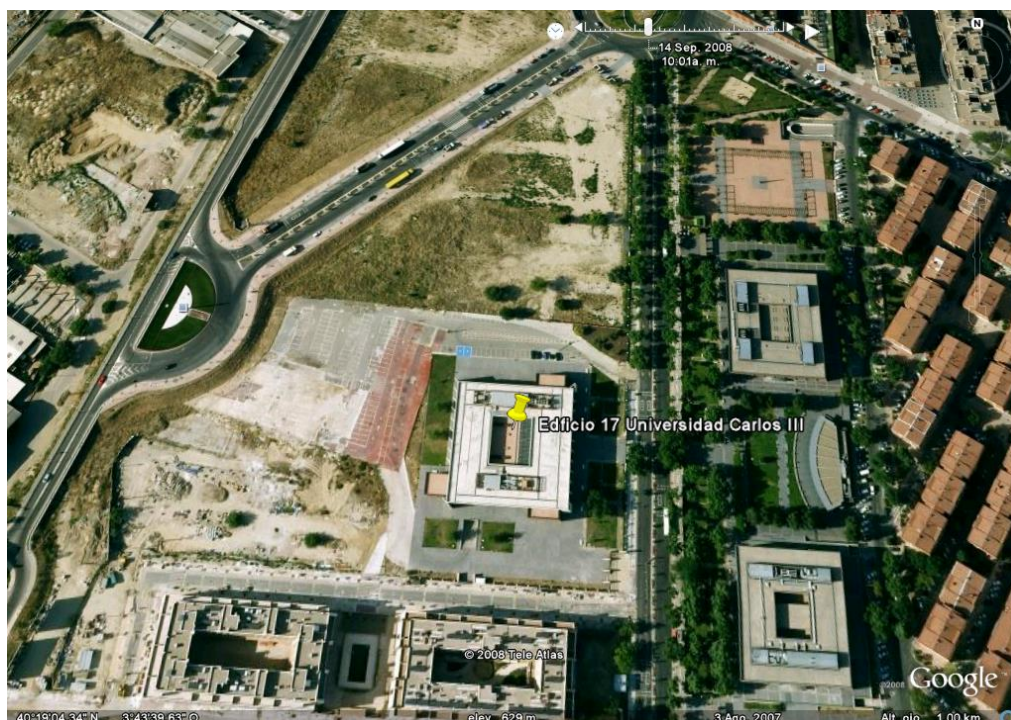


Ilustración 1 Vista panorámica del Edificio 17 de la Universidad Carlos III de Madrid



## Descripción general del edificio

El edificio se levanta en el municipio de Getafe, con la fachada principal paralela a C/Madrid.

- Año de construcción: El edificio fue construido entre 2000 y 2001, comenzó su utilización sobre el 2002.
- Dimensiones generales: El edificio cuenta con Planta Sótano, Planta Baja, Planta Primera, Planta Segunda y Cubierta, con un superficie aproximada de cada planta de unos 2.034 m<sup>2</sup>
- Orientación: La fachada principal se encuentra en el eje Este.
- Uso: Docencia. Clases de Periodismo y Comunicación.
- Horarios generales de funcionamiento: 8:00- 20:00
- Capacidad de aulas: Cada aula tiene una capacidad para unos 80 alumnos

Se trata de un bloque irregular de dimensiones máximas 68 x 64 metros, situado en el interior de la parcela, sin llegar a linderos en ninguna fachada. El edificio por tanto guarda un retranqueo de 28 metros desde el borde de la acera creando una zona ajardinada semejante a la que existe al otro lado de la Calle Madrid y la parcela urbanizada tiene en total una superficie 9.270 m<sup>2</sup>

El edificio cuenta con una planta bajo rasante (Planta sótano) y tres sobre rasante (Planta Baja, planta Primera y planta Segunda)

En esencia el edificio se genera a partir de un núcleo central dedicado a plató para televisión de 140 m<sup>2</sup> y 6 metros de altura, situado en la planta Baja.

Adosado al plató y formando parte del núcleo central, un espacio de doble altura iluminado centralmente por un lucernario actúa como gran vestíbulo del centro, incorporando dos amplias escaleras que comunican con la planta primera.

En la planta Baja se encuentran además seis aulas, una zona de administración y despachos en la fachada este y otra en la zona suroeste, salas de redacción y web, la sala de reprografía y el taller de técnicos de laboratorio y videoteca.



En la planta Primera existen otras seis aulas más, además de salas de redacción y web, una sala de redacción de radio, los estudios de grabación y control de radio, el taller de técnicos y fonoteca y en la zona central, a ambos lados del plató una sala disponible como aula, un almacén y la redacción de revista.

A nivel de la planta segunda, el núcleo central se convierte en un gran patio por el que se iluminan los despachos interiores. La planta Segunda se dedica a despachos, además de varias salas de reuniones.

La planta sótano se dedica a garaje, además de diversos locales para las instalaciones y almacenes. En esta planta se disponen siete de los nueve climatizadores, además de los extractores de humos del garaje. El aparcamiento cuenta con 82 plazas.

En la planta cubierta se ubicarán los equipos generadores de agua fría y caliente, la sala de máquinas, dos de los nueve climatizadores y los extractores de aseos.



## 2.2 DESCRIPCION DE LAS INSTALACIONES

A continuación se realizará una descripción de las instalaciones enfocada a conocer el estado actual de las mismas. Es necesario un conocimiento profundo de lo realmente instalado en el edificio y de su funcionamiento para poder mejorarlo y proponer diversas medidas de ahorro energético.

Es necesario conocer con qué instalaciones se cuenta, cómo funcionan dichas instalaciones y cuándo funcionan. Es la base de toda auditoría energética.

La descripción de las instalaciones abarcará aquellos campos que se estudiarán en un futuro y sobre los que se propondrán medidas de ahorro o eficiencia energética:

- Instalaciones de climatización, enfocado a un conocimiento claro del consumo eléctrico en climatización y consumo de gas natural.
- Instalaciones de electricidad, enfocado a un conocimiento de los principales cuadros eléctricos como base para posteriores estudios o medidas que implicarán modificación de los mismos.
- Instalaciones de alumbrado, enfocado a un conocimiento exhaustivo de las instalaciones y el consumo en electricidad derivado de la iluminación.
- Instalaciones de fontanería, enfocado al conocimiento del consumo agua del edificio.
- Descripción de la envolvente del edificio, enfocado a un conocimiento de la demanda energética actual del edificio derivada de los elementos constructivos del edificio.



## **2.2.1 DESCRIPCION INSTALACIONES DE CLIMATIZACIÓN.**

Se realizará una descripción profunda de las instalaciones de climatización prestando especial interés a la regulación y control de dichas instalaciones.

No sólo es importante conocer el buen estado de las instalaciones sino la utilización que se realice de las mismas mediante la utilización de un sistema de regulación y control

### **2.2.1.1 SISTEMAS DE CLIMATIZACION.**

La climatización del edificio estará compuesta por varios sistemas de climatización.

#### **2.2.1.1.1 Sistema de volumen de aire constante**

Formado por dos climatizadores que darán servicio a:

- Zona de Plató (CL\_4)
- Sala de reuniones de la planta segunda (CL\_5).

#### **2.2.1.1.2 Sistema de volumen variable,**

Formado por climatizadores y cajas de volumen variable en cada una de las zonas a tratar con batería de postcalentamiento:

- Aulas Sur (CL\_1) y Norte (CL\_2), plantas baja y primera
- Salas de redacción y Web (CL\_3), plantas baja y primera
- Estudios de radio de planta primera (CL\_6)
- Administración planta baja (CL\_9)

#### **2.2.1.1.3 Sistema agua- aire**

Formado por fan-coils a cuatro tubos que darán servicio a:

- Los despachos de planta baja y segunda
- Reprografía
- Taller de técnicos de laboratorio
- Camerino planta baja



- Redacción revista
- Salas disponibles planta primera
- Salas reuniones pequeñas planta segunda

#### **2.2.1.1.4 Sistema suelo radiante,**

Este sistema da servicio a la zona de hall.

#### **2.2.1.2 CIRCUITO HIDRAULICO.**

El sistema de climatización está compuesto por un equipo de producción de agua caliente (equipo roof-top) y un equipo de producción de agua fría (enfriadora de agua de condensación por aire).

El circuito hidráulico está formado por circuitos de agua fría y circuito de agua caliente desde los cuales parten los diferentes circuitos de climatización.

##### **2.2.1.2.1 Circuito agua enfriada**

El sistema de agua enfriada consta de un circuito primario y otro secundario, con dos subsistemas, agua fría a climatizadores y agua fría a fan-coils, con sus respectivas bombas gemelas de impulsión.

- El grupo de bombas B02 para impulsión de agua fría a climatizadores
- El grupo de bombas B03 para impulsión de agua fría a fan-coils.

##### **2.2.1.2.2 Circuito agua caliente**

El sistema de agua caliente está formado por cinco circuitos, uno primario y cuatro secundarios. En el circuito primario, las bombas centrífugas situadas en línea, hacen pasar el agua a través del generador autónomo, descargando el agua caliente en el colector secundario.

De este colector aspiran cuatro circuitos, tres consumidores y uno primario del circuito del intercambiador de placas del sistema de suelo radiante.

Los circuitos consumidores son para los climatizadores, fan-coils, cajas de volumen variable, con sus respectivas bombas gemelas de impulsión.

- El grupo de bombas B04 para impulsión de agua caliente a climatizadores



- El grupo de bombas B05 para impulsión de agua caliente a fan-coils.
- El grupo de bombas B06 para impulsión de agua caliente a las cajas de volumen variable.
- El grupo de bombas B07 para impulsión de agua caliente al circuito de suelo radiante.








### 2.2.1.2.3 Bombas de circulación de agua

Los grupos motobombas instalados son los siguientes:

Tabla 1. Inventario Bombas circulación de agua

Primario de agua fría		
Marca	WILO	
Modelo	DPn 150/200-5,5/4	
Denominación	B-01	
Caudal	135 m³/h	
Altura de impulsión	8 m.c.a	
Temp. De trabajo	12 °C (máx. 140 °c)	
Pot. Nominal	5,5 Kw.	
Protección	IP-55	

Circuito Secundario Climatizadores Frío		
Marca	WILO	
Modelo	DPn 125/200- 4/4	
Denominación	B-02	
Caudal	90,4 m³/h	
Altura de impulsión	8,9 m.c.a	
Temp. De trabajo	7 °C (máx. 140 °c)	
Pot. Nominal	4 Kw.	
Protección	IP-55	

Circuito Secundario Fan-coils Frío		
Marca	WILO	
Modelo	DPn 80/200- 3/4	
Denominación	B-03	
Caudal	36,2 m³/h	
Altura de impulsión	11,67 m.c.a	
Temp. De trabajo	7 °C (máx. 140 °c)	
Pot. Nominal	3 Kw.	
Protección	IP-55	





### Circuito Primario Suelo Radiante

Marca	WILO
Modelo	TOP-SD 32/7
Denominación	B-07
Caudal	2,1 m <sup>3</sup> /h
Altura de impulsión	3 m.c.a
Temp. De trabajo	80 °C (máx. 140 °C)
Pot. Nominal	0,09 Kw.
Protección	IP-43



### Circuito Secundario Suelo Radiante

Marca	WILO
Modelo	TOP-SD 40/10 3
Denominación	B-08
Caudal	3,5 m <sup>3</sup> /h
Altura de impulsión	7,8 m.c.a
Temp. De trabajo	35 °C (máx. 140 °C)
Pot. Nominal	0,35 Kw.
Protección	IP-43



### Circuito Primario ROOF TOP

Marca	WILO
Modelo	DPn 80/160-1,1/4
Denominación	B-09
Caudal	29,3 m <sup>3</sup> /h
Altura de impulsión	6 m.c.a
Temp. De trabajo	80 °C (máx. 140 °C)
Pot. Nominal	1,1 Kw.
Protección	IP-43





### 2.2.1.3 PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE

Para la producción de agua caliente se ha instalado un generador autónomo de calor ROOF TOP, ubicado en la cubierta del edificio. Este generador dispone de dos calderas de alto rendimiento que utilizan gas natural como combustible.

El agua se produce y se distribuye a los distintos consumidores a un valor máximo entre 85 ° C y 90 ° C, a excepción de las baterías de calor de los fan-coils a los que se les enviará el agua a 62 ° C. El salto térmico nominal en el generador es de 20 ° C.

Los gases resultantes de la combustión son evacuados al exterior a través de las chimeneas que ya vienen instaladas en el propio Roof-top, en doble cuerpo inox-inox.

El generador autónomo ya dispone de las aberturas adecuadas para permitir la ventilación y la entrada de aire para la combustión. Asimismo dispone de sistema de detección de fugas de gas y de corte automático de suministro.

Tabla 2 Características Equipo Roof Top. Edificio 17.

Datos de calderas. equipo roof-top		
Marca	ADISA	 Conexión de tuberías de calor
Modelo	Roof Top 360/R2	
Número de serie		
Número	2 calderas ADISA DUPLEX 360	
Ubicación	Cubierta	
Potencia útil máxima	340kw (cada unidad)	
Rendimiento útil al 100 %	95 %	
Rendimiento útil al 60%	96,2 %	
Regulación de temperatura	Si, mediante termostato	
Combustible	Gas Natural	
Tipo de quemador	Premezcla aire-gas	 Chimeneas
Tensión alimentación	230 V	
Consumo eléctrico	600 W	 Caldera ADISA DUPLEX
Frecuencia	50 Hz	
Peso	300 Kg.	



La carga de calefacción simultánea a combatir según los datos obtenidos con el método de cálculo de cargas térmicas de calefacción es de 812 w, valor que se ha corregido teniendo en cuenta la acción de los recuperadores de energía de que disponen los climatizadores (156 W), obteniendo una carga de 656 Kw.

El equipo Roof-Top incorpora:

- 2 calderas ADISA DUPLEX 360
- 1 Depósito tampón de 300 l
- 2 bombas circuladotes entre caldera y depósito tampón.
- 2 vasos de expansión cerrados de 50 litros.
- Carcasa en chapa galvanizada con protección anticorrosión, protección contrafuego.
- Accesorios de circuito hidráulico: válvulas de seguridad, purgador automático, detector de caudal, presostato de seguridad y válvulas de paso.
- Circuito de gas: válvula general, electroválvula de corte, pulmón de gas, filtro, válvula para caldera y centralita de gas con sonda de detección.
- Circuito eléctrico: Interruptor general, cableado interno, armario eléctrico con protecciones eléctricas y elementos de maniobra.
- Evacuación de humos: Chimenea metálica de doble pared de acero inoxidable aislada y con sistema de evacuación de condensados.



Se adjunta a continuación las características más importantes de los equipos Roof- Top:

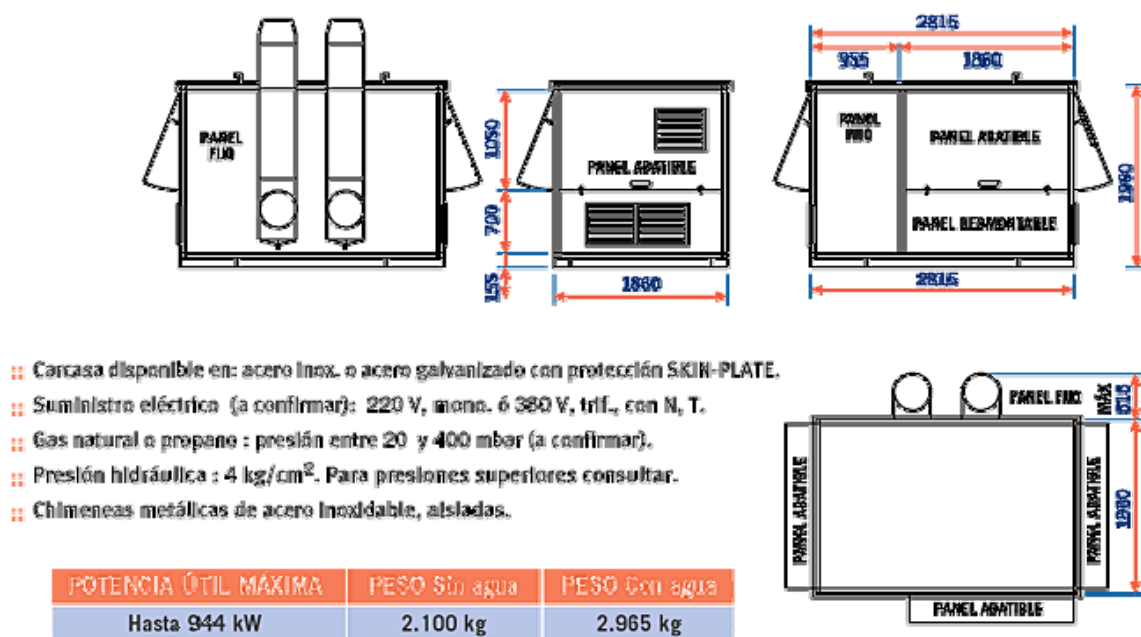


Figura 1. Características externas de equipos Roof-Top

Las características de dimensiones de las calderas ADISA DUPLEX 360 aparecen en la siguiente tabla:

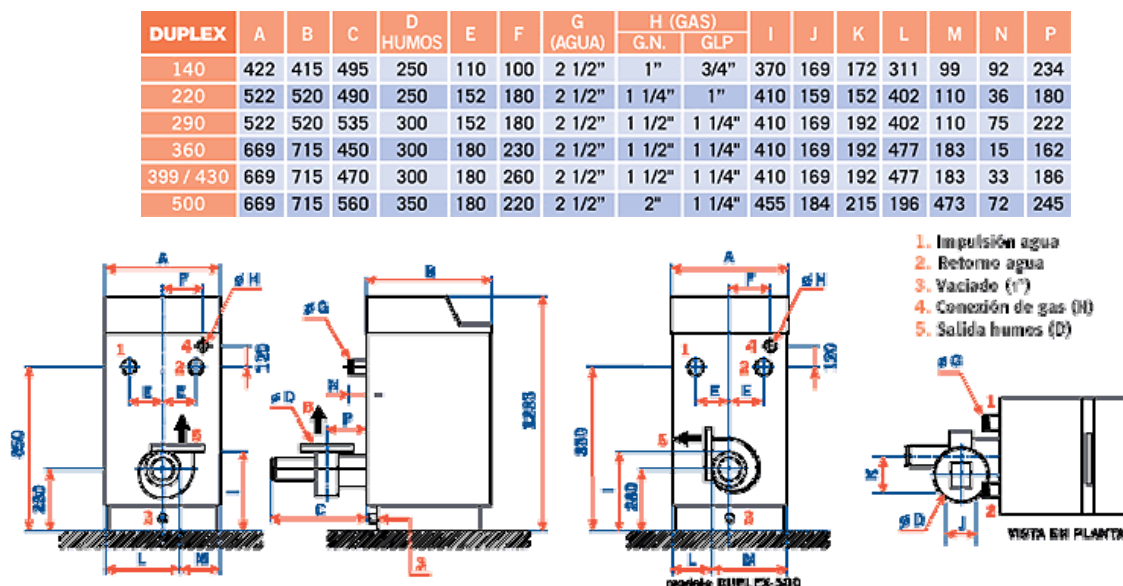


Figura 2. Características de dimensiones calderas ADISA DUPLEX 360



Las características técnicas de las calderas ADISA DUPLEX 360 se pueden observar en la siguiente tabla:

DUPLEX			140	220	280	360	398	500
POTENCIA ÚTIL	Total 100%	KW	136	199	275	340	398	472
	1ª Etapa	KW	84	119	165	208	239	283
GASTO CALORÍFICO		KW	144	210	289,4	357,1	417,4	494,3
GÁS NATURAL	Caudal gas	m³/h	13,56	19,8	27,25	33,62	39,3	46,53
	Caudal humos	m³/h	335	489	675	832	973	1152
GLP	Caudal gas	m³/h	5,89	8,6	11,84	14,61	17,1	20,22
	Caudal gas	kg/h	11,66	17	23,44	28,92	33,8	40,03
	Caudal humos	m³/h	291	424	584	721	842	998
PESO CALDERA (sin agua)		kg	170	205	250	300	320	350
VOLUMEN DE AGUA CALDERA		litros	40	61	72	88	91	98
CAUDAL AGUA	ΔT=10°C	m³/h	11,7	17,1	23,6	29,2	34,2	40,60
	ΔT=12°C	m³/h	9,7	14,3	19,7	24,4	28,5	33,8
PÉRDIDA DE CARGA HIDRÁULICA	ΔT=10°C	m.c.a.	0,21	0,42	0,69	0,98	1,19	1,7
	ΔT=12°C	m.c.a.	0,16	0,31	0,51	0,72	0,87	1,26
POTENCIA ELÉCTRICA		W	400	400	600	600	600	750

- Temperatura máx. impulsión : 90°C, mín. retorno: 55 °C
- Presión hidráulica máxima : 4,85 bar
- Consultar calidad del agua de llenado y circuito. (Ver dossier de la caldera incluido en este CD-ROM)
- Suministro eléctrico : 230 V, 50 Hz, monofásico, N, Tierra
- Presión suministro GN : 20 mbar, GLP: 37 mbar
- PCI GN: 10,62 kW/m³, GLP: 24,45 kW/m³
- Densidad gas propano : 1,88 kg/m³
- Depresión chimenea en frío a salida humos caldera : 0 mm.c.a.
- Volumen de inercia mínimo ( ver dossier de caldera )

Figura 3. Características técnicas Caldera ADISA DUPLEX

Cabe destacar en la tabla sobre las características de este tipo de calderas la posibilidad de funcionamiento en dos etapas.

La 1ª Etapa, funcionamiento al 60%, ofrece una potencia calorífica de 208 Kw.

La 2ª Etapa, funcionamiento al 100%, ofrece una potencia calorífica de 340 Kw.



La grafica de rendimiento para las siguientes calderas es:

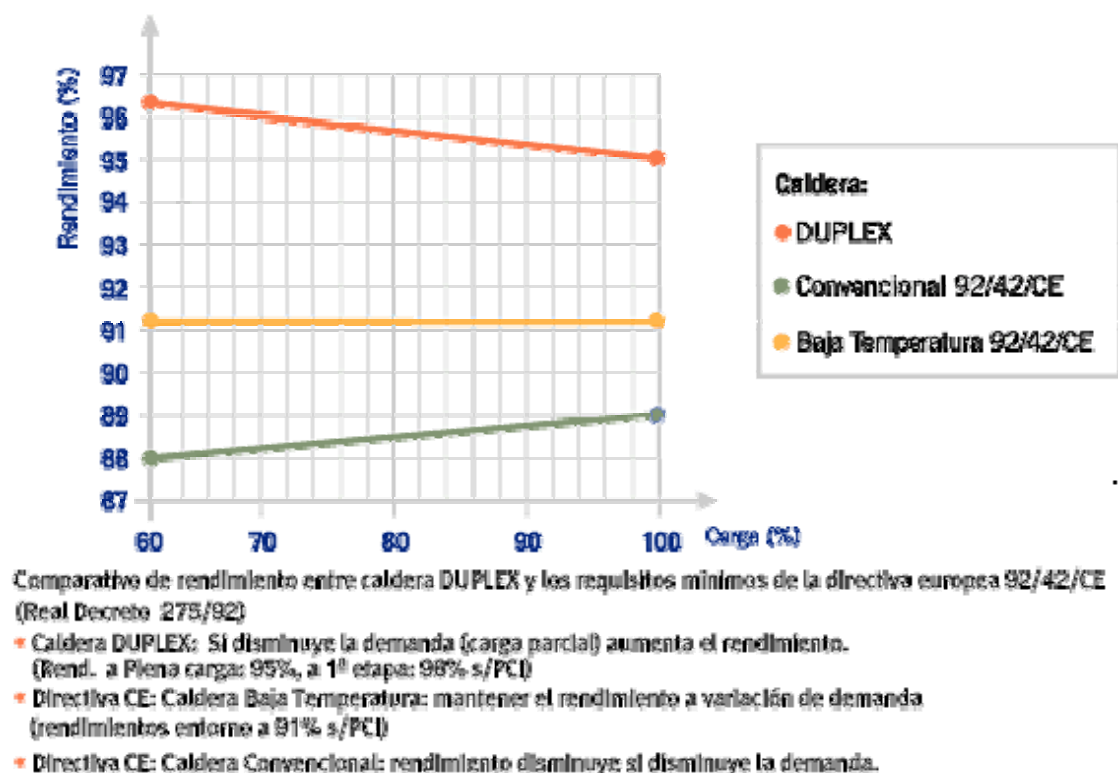


Figura 4 Rendimiento de la caldera ADISA DUPLEX

Los requisitos de rendimiento energético aplicables a las calderas nuevas de agua caliente alimentadas con combustibles líquidos o gaseosos se encuentran recogidos en el Real Decreto 24 Febrero 1995. Modificado por la Disposición final primera del Real Decreto 1369/2007. Este Real Decreto dicta las disposiciones de aplicación de la directiva del consejo de Comunidades Europeas 92/42/CE

Se observa en la gráfica sobre rendimiento que las calderas DUPLEX cumplen los requisitos de rendimiento energético establecidos por la directiva.

Además se observa un mayor rendimiento en la primera etapa de la caldera.

Más adelante se estudiarán los rendimientos reales ofrecidos por la caldera



Este equipo Roof-top cumple con los requisitos de los siguientes reglamentos que les son de aplicación:

1.-Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE), ITE 02.7:

“No tendrán la consideración de sala de máquinas los equipos autónomos de cualquier potencia, tanto de generación de calor como de frío, mediante tratamiento de aire o de agua, preparados para instalar en exteriores, que en todo caso satisfarán los requisitos mínimos de seguridad para las personas y los edificios donde se emplacen y en los que se facilitarán las operaciones de mantenimiento y conducción”

El reglamento RITE (ITE 01.2 y 3), se ha elaborado con el fin de “hacer referencia a las normas UNE con relación a requisitos o especificaciones técnicas de materiales, equipos y aparatos”

2.- Normativa UNE 60.601: Enero 2000

En ella se definen los requisitos y especificaciones técnicas para los equipos autónomos de generación de calor con calderas a gas, así como la ubicación de los mismos.

3.- Otras consideraciones.

Las calderas a gas, incluidas en los equipos roof-top tienen las correspondientes certificaciones europeas y nacionales.





#### 2.2.1.4 PRODUCCIÓN DE AGUA FRÍA

La producción del agua enfriada para la instalación se realiza con una enfriadora de agua de condensación por aire, con compresores de tornillo de regulación continua y bajo nivel sonoro. El grupo frigorífico está dotado de 3 circuitos frigoríficos independientes.

El refrigerante de dichas unidades es ecológico R 407 C

La ubicación de este equipo es la cubierta del edificio.

El equipo dispone de todos los elementos de protección y control de acuerdo con el Reglamento de Plantas e Instalaciones Frigoríficas, así como las Normas UNE correspondientes.

Tabla 3 Características enfriadora ROCA YORK YCAS 0775

DATOS ENFRIADORA		
Marca	ROCA YORK	
Modelo	YCAS 07775 EB	
Numero de serie	----	
Unidades	1	
Ubicación	Cubierta con techo de protección	
Áreas abastecidas	Planta baja, Primera, Segunda	
Capacidad frigorífica unitaria	782kW	
Potencia eléctrica absorbida en régimen de refrigeración	Kw.	
Rendimiento EER	3,1	
Número de circuitos	3	
Tipo de compresores	Tornillo	
Potencia absorbida por compresores	230,5 Kw.	
Refrigerante empleado	R 407C	
Sistema de refrigeración de condensador	Aire	
Nº ventiladores	12	
Potencia de ventilador de aire	2,6 Kw.	
Caudal de aire	87,23 m³/h	

Enfriadora YCAS 07775 EB

Compresor de tornillo

Evaporadora





De acuerdo a las carga máxima simultánea obtenida del estudio de cargas térmicas de refrigeración de 751 Kw. se ha instalado un grupo frigorífico de condensación por aire con una potencia total de 775 Kw., produciendo agua en un rango de temperatura de 12 / 7 ° C

Los datos de temperatura del evaporador son:

- Temperatura de entrada de agua: 12 ° C
- Temperatura de salida de agua: 7 ° C

Los datos de temperatura del condensador son:

- Temperatura aire exterior: 35 ° C
- Nº Ventiladores: 12
- Potencia del ventilador cada unidad: 2,6 Kw.
- Caudal de aire: 87,23 m<sup>3</sup> /h

Se adjunta a continuación la siguiente gráfica con las características de la enfriadora YCAS0775EB

Model	Cooling Capacity kW	Coefficient of Performance (COP)	Sound Pressure dB(A) at 10 metres		Number of Refrigerant Circuits	Dimensions mm			Operating Weight kg
			Standard Chiller	ELS Chiller		Width	Height	Length	
YCAS0295EB	260.3	3.1	66.7	58	2	2321	2438	4499	4353
YCAS0335EB	308.2	2.9	66.7	58	2	2321	2438	4499	4555
YCAS0375EB	363.5	2.8	67.7	58	2	2321	2438	4499	4678
YCAS0425EB	397.4	3.2	68.5	58	2	2321	2438	5718	5948
YCAS0475EB	446.3	3.1	68.5	58	2	2321	2438	5718	6020
YCAS0515EB	495.4	3.0	68.5	58	2	2321	2438	5718	6098
YCAS0555EB	526.6	2.8	69.5	58	2	2321	2438	5718	6121
YCAS0575EB	557.8	2.7	70.5	58	2	2321	2438	5718	6150
YCAS0605EB	583.5	3.0	70.4	58	2	2321	2438	6937	6569
YCAS0685EB	691.5	3.0	70.3	60	3	2331	2438	7474	9090
<u>YCAS0775EB</u>	<u>782.2</u>	<u>3.1</u>	<u>70.2</u>	<u>60</u>	<u>3</u>	<u>2331</u>	<u>2438</u>	<u>8694</u>	<u>9826</u>
YCAS0835EB	828.7	3.1	70.2	60	3	2331	2438	8694	9915
YCAS0905EB	898.3	2.9	71.2	60	3	2331	2438	8694	9995
YCAS0965EB	923.2	3.1	71.9	60	3	2331	2438	11132	10746
YCAS1065EB	1056.4	3.2	70.9	62	4	2331	2438	11132	12889
YCAS1135EB	1124.7	3.0	71.9	62	4	2331	2438	11132	12962
YCAS1215EB	1194.0	2.9	72.9	62	4	2331	2438	11132	13011

Figura 5. Características enfriadora modelo YCAS



Se adjunta a continuación las características del rendimiento de la enfriadora en función de la temperatura ambiente

LCWT (°C)	AIR TEMPERATURE – CONDENSER (°C)																	
	25			30			35			40			45			50		
	KW <sub>o</sub>	KW <sub>i</sub>	COP	KW <sub>o</sub>	KW <sub>i</sub>	COP	KW <sub>o</sub>	KW <sub>i</sub>	COP	KW <sub>o</sub>	KW <sub>i</sub>	COP	KW <sub>o</sub>	KW <sub>i</sub>	COP	KW <sub>o</sub>	KW <sub>i</sub>	COP
5.0	826.1	180.4	4.2	773.8	203.2	3.5	724.0	229.0	2.9	676.6	257.8	2.5	633.1	289.9	2.1	512.3	283.2	1.7
6.0	850.6	181.1	4.3	797.4	204.0	3.6	746.7	229.7	3.0	698.4	258.5	2.5	654.1	290.5	2.1	519.4	278.6	1.8
7.0	875.4	181.9	4.4	821.3	204.7	3.7	769.6	230.5	3.1	720.5	259.2	2.6	675.6	290.9	2.2	526.2	274.2	1.8
8.0	900.4	182.6	4.5	845.4	205.5	3.8	792.6	231.4	3.2	742.7	260.0	2.7	697.1	291.4	2.3	532.8	269.9	1.9
9.0	925.5	183.2	4.6	869.8	206.2	3.9	816.4	231.8	3.3	765.4	260.6	2.7	718.9	292.0	2.3	539.1	265.7	1.9
10.0	950.5	183.8	4.7	894.4	206.9	4.0	840.0	232.6	3.3	788.1	261.4	2.8	740.9	292.7	2.4	545.2	261.7	1.9
11.0	975.0	184.7	4.8	919.2	207.5	4.1	863.8	233.4	3.4	810.9	262.3	2.9	763.2	293.3	2.5	551.1	257.9	2.0
12.0	1000.2	185.2	4.9	944.3	208.1	4.2	887.8	234.2	3.5	834.9	262.7	3.0	785.8	294.0	2.5	556.7	254.1	2.0
13.0	978.9	184.6	4.8	969.5	208.8	4.3	912.0	235.0	3.6	858.5	263.4	3.0	808.5	294.7	2.6	562.1	250.5	2.1

Figura 6 Rendimiento enfriadora en función de Temperatura ambiente y temperatura de salida de agua

En la tabla se indica:

LCWT.- Temperatura de salida de agua enfriada, normalmente 7.0 °C

Kw.i: Consumo en KW de los compresores

Kw.o: Capacidad de enfriamiento de salida en KW

COP: Coeficiente de funcionamiento ó rendimiento (incluida la potencia de los ventiladores de la condensadora)

Podemos observar como para la misma temperatura ambiente de 35° C, el rendimiento de la enfriadora aumentará en función del aumento de la temperatura de salida de agua de la enfriadora.

Para una misma temperatura de salida de agua de la enfriadora que en nuestro caso está establecida a 7° C, el rendimiento aumentará a medida que disminuya la temperatura ambiente.

Se puede afirmar que se trata de una enfriadora eficiente energéticamente y que además utiliza un refrigerante ecológico.




### 2.2.1.5 SISTEMA DE AIRE CONSTANTE CLIMATIZADORES

A continuación se adjunta el inventario con las características de todos los climatizadores de que dispone la instalación.

Tabla 4 Inventario Climatizadores

CLIMATIZADOR CL- 1	
Marca	WOLF
Modelo	KG-160
Número de serie	
Referencia	CL-1
Zona servida	Locales aulas Sur
Planta servida	1º y 2º Planta
Ubicación	Planta sótano
Potencia de batería de frío	99,11 Kw. (7-12 º C)
Potencia de batería de calor	90 Kw. (80-60 º C)
Freecooling	No
Recuperación de calor	Si 62%
Ventilador de impulsión	
Caudal	14.367 m³ /h
Potencia motor	11 Kw.
Tensión / Frecuencia	230V/ Variador
Ventilador de retorno	
Caudal	12.555 m³/h
Potencia motor	4 Kw.
Tensión / Frecuencia	230V/ Variador




Visión de actuadores de válvulas del climatizador

Visión de actuadores de válvulas del climatizador




CLIMATIZADOR CL- 2		
Marca	WOLF	
Modelo	KG-160	
Número de serie		
Referencia	CL-2	
Zona servida	Locales      aulas Norte	
Planta servida	1º y 2º Planta	
Ubicación	Planta sótano	
Potencia de batería de frío	109,7 Kw. (7-12 º C)	
Potencia de batería de calor	98,9 Kw. (80-60 º C)	
Freecooling	No	
Recuperación de calor	Si 62%	
Ventilador de impulsión		
Caudal	15.805 m³ /h	
Potencia motor	11 Kw.	
Tensión / Frecuencia	230V / Variador	
Ventilador de retorno		
Caudal	16.868 m³ /h	
Potencia motor	5,5 Kw.	
Tensión / Frecuencia	230 V/ Variador	




Visión actuadores de válvulas del climatizador




CLIMATIZADOR CL- 3		
Marca	WOLF	 <p>Visión general del climatizador</p>
Modelo	KG-250	
Número de serie		
Referencia	CL-3	
Zona servida	Aulas informáticas – Oeste (Web y Redacción)	
Planta servida	1º y 2º Planta	
Ubicación	Planta sótano	
Potencia de batería de frío	158,7 Kw. (7-12 º C)	
Potencia de batería de calor	112,1 Kw. (80-60 º C)	
Freecooling	Si	
Recuperación de calor	No	
Ventilador de impulsión		
Caudal	27.457 m³ /h	
Potencia motor	15 Kw.	
Tensión / Frecuencia	230V / Variador	
Ventilador de retorno		
Caudal	21.300 m³ /h	
Potencia motor	5,5 Kw.	
Tensión / Frecuencia	230V /Variador	



CLIMATIZADOR CL- 4		
Marca	WOLF	 <p>Visión general del climatizador</p>
Modelo	KG-100	
Número de serie		
Referencia	CL-4	
Zona servida	Plató	
Planta servida	Planta Baja	
Ubicación	Planta sótano	
Potencia de batería de frío	43,3 Kw. (7-12 °C)	
Potencia de batería de calor	23,4 Kw. (80-60 °C)	
Freecooling	Si	
Recuperación de calor	No	
Ventilador de impulsión		
Caudal	9.584 m³ /h	
Potencia motor	5,5 Kw.	
Tensión / Frecuencia	230V / 50 Hz	
Ventilador de retorno		
Caudal	8.504 m³/h	
Potencia motor	2,2 Kw.	
Tensión / Frecuencia	230V / 50 Hz	



CLIMATIZADOR CL- 5		
Marca	WOLF	 <p>Visión general del climatizador</p>
Modelo	KG-40	
Número de serie		
Referencia	CL-5	
Zona servida	Sala reuniones	
Planta servida	Planta 2º	
Ubicación	Planta 2º	
Potencia de batería de frío	19,2 Kw. (7-12 º C)	
Potencia de batería de calor	32, 4 Kw. (80-60 º C)	
Freecooling	Si	
Recuperación de calor	No	
Ventilador de impulsión		
Caudal	3.078 m³ /h	
Potencia motor	2,2kw	
Tensión / Frecuencia	230V / 50 Hz	



CLIMATIZADOR CL- 6		
Marca	WOLF	
Modelo	KG-100	
Número de serie		
Referencia	CL-6	
Zona servida	Administración de los estudios de grabación, redacción de radio y taller de técnicos	
Planta servida	Planta 1º	
Ubicación	Planta sótano	
Potencia de batería de frío	44,1 Kw. (7-12 º C)	
Potencia de batería de calor	40,8 Kw. (80-60 º C)	
Freecooling	Si	
Recuperación de calor	No	
Ventilador de impulsión		
Caudal	7.564 m³ /h	
Potencia motor	3 Kw.	
Tensión / Frecuencia	230V/ Variador	
Ventilador de retorno		
Caudal	4.745 m³ /h	
Potencia motor	0,75 Kw.	
Tensión / Frecuencia	230V /Variador	


Visión actuadores de válvulas del climatizador

Visión actuadores de válvulas del climatizador






CLIMATIZADOR CL- 7	
Marca	WOLF
Modelo	KG-63
Número de serie	
Referencia	CL-7
Zona servida	Despachos y salas disponibles
Planta servida	Planta Primera y Segunda
Ubicación	Planta Segunda
Potencia de batería de frío	59 Kw. (7-12 °C)
Potencia de batería de calor	17,4 Kw. (80-60 °C)
Freecooling	No
Recuperación de calor	No
Ventilador de impulsión	
Caudal	8.966 m³ /h
Potencia motor	5,5 Kw.
Tensión / Frecuencia	230V /50 Hz




Visión general del climatizador



CLIMATIZADOR CL- 8		
Marca	WOLF	 Visión del ventilador
Modelo	KG-40	
Número de serie		
Referencia	CL-8	
Zona servida	Despachos y salas disponibles	
Planta servida	Planta Primera y Segunda	
Ubicación	Planta Sótano	
Potencia de batería de frío	19,2 Kw. (7-12 ° C)	
Potencia de batería de calor	32,4 Kw. (80-60 ° C)	
Freecooling	No	
Recuperación de calor	No	
Ventilador de impulsión		
Caudal	3.078 m³ /h	
Potencia motor	2,2 Kw.	
Tensión / Frecuencia	230V /50 Hz	



CLIMATIZADOR CL- 9	
Marca	WOLF
Modelo	KG-40
Número de serie	
Referencia	CL-9
Zona servida	Administración
Planta servida	Planta Baja
Ubicación	Planta sótano
Potencia de batería de frío	18,4 Kw. (7-12 °C)
Potencia de batería de calor	18,5 Kw. (80-60 °C)
Freecooling	Si
Recuperación de calor	No
Ventilador de impulsión	
Caudal	3.275 m³ /h
Potencia motor	1,5 Kw.
Tensión / Frecuencia	230V /Variador
Ventilador de retorno	
Caudal	2.320 m³ /h
Potencia motor	0,37 Kw.
Tensión / Frecuencia	230V /Variador



Visión de filtros del climatizador



- Empleo de Recuperadores de calor en Climatizadores

El RITE obliga a emplear recuperación de calor cuando se muevan caudales de aire de extracción por encima de 10.800 m<sup>3</sup>/h entendiéndose que este caudal es extraído en igual medida que es introducido aire exterior para ventilación.

Todos los climatizadores del edificio que superan este caudal disponen de recuperador estático que permite obtener eficacias medias del orden del 62%.

Esta eficacia es superior al 45% establecido por el RITE.

No siendo obligatoria la recuperación de calor, puede su uso suponer un no despreciable ahorro de energía más significativo en los periodos de invierno donde el salto térmico entre interior y exterior es más acusado. En periodos de verano el empleo de recuperación de calor supone un menor ahorro al ser inferior el salto térmico entre estas temperaturas. La inversión en la instalación de recuperadores de calor cuando su uso no es obligatorio se puede justificar en climas continentales con temperaturas exteriores muy bajas no siendo de gran ahorro en climas suaves de litoral.

- Empleo de enfriamiento gratuito (freecooling)

El RITE obliga a emplear enfriamiento gratuito cuando se muevan caudales de aire por encima de 10.800 m<sup>3</sup>/h.

La información recogida durante la visita al edificio prueba la existencia de un gran número de unidades de tratamiento de aire que realizan freecooling. En este tipo de control el aire exterior es introducido para refrigerar los espacios interiores cuando la temperatura del aire exterior es igual o inferior a la temperatura del aire de retorno.

En climas continentales donde la humedad no es muy elevada no es necesario el empleo del freecooling entálpico y suele ser más recomendable la regulación de freecooling por temperatura como es este caso.



### 2.2.1.6 .SISTEMA DE AIRE VARIABLE

A continuación se expone el inventario de todas las cajas de volumen variable de que dispone la instalación.

En cada una de las cajas de VA V se dispondrá de una batería de post-calentamiento.

Tabla 5 Inventario Cajas de Volumen variable

Unidad	Modelo
CJ-1 aula 1	VRA-E-SA T -2R 250
CJ-2 aula 2	VRA-E-SAT-2R 315
CJ-3 administración	VRA-E-SAT-2R 315
CJ-4 despacho 1	VRA-E-SAT-2R 125
CJ-5 despacho 2	VRA-E-SAT-2R 125
CJ-6 aula 9	VRA-E-SAT-2R 315
CJ-7 aula 8	VRA-E-SA T -2R 315
CJ-8 aula 7	VRA-E-SA T -2R 315
CJ-9 aula 3	VRA-E-SAT-2R 315
CJ-10redacción informativos	VRA-E-SA T -2R 315
CJ-11 redacción 2	VRA-E-SAT-2R 400
CJ-12 redacción 1	VRA-E-SAT-2R 400
CJ-13 aula 4	VRA-E-SA T -2R 315
CJ-14 aula 5	VRA-E-SAT-2R 315
CJ-15 aula 6	VRA-E-SAT-2R 315
CJ-16 aula 10	VRA-E-SAT-2R 315
CJ-17 aula 11	VRA-E-SAT-2R 315
CJ-18 aula 12	VRA-E-SAT-2R 315
CJ-19 taller técnicos	VRA-E-SAT-2R 250
CJ-20 estudio 2	EBE-DS 250
CJ-21 estudio 1	EBE-DS 250
CJ-22 Redacción radio	VRA-E-SAT-2R 315
CJ-23 redacción 6	VRA-E-SA T -2R 400
CJ-24 redacción 5	VRA-E-SAT-2R 400
CJ-25 redacción 4	VRA-E-SAT-2R 400
CJ-26 redacción 3	VRA-E-SAT-2R 400



### 2.2.1.7 SISTEMA AGUA- AIRE. FAN-COILS

A continuación se exponen los distintos tipos de fan-coils existentes en la instalación con su modelo y características para posteriormente pasar al inventario de los mismos.

Alta presión

Marca: ROCA

Modelo:	FB-3	Pot. Frigorífica total:	9,38 Kw.
		Pot. Consumida:	0,49 Kw.
		Caudal máx. aire:	2.474 m³/h
Modelo:	FB-2	Pot. Frigorífica total:	9,38 Kw.
		Pot. Consumida:	0,23 Kw.
		Caudal máx. aire:	1.593 m³/h
Modelo:	FB-1	Pot. Frigorífica total:	9,38 Kw.
		Pot. Consumida:	0,185 Kw.
		Caudal máx. aire:	1.113 m³/h

Bajo nivel sonoro

Marca: ROCA

Modelo:	FQE-531	Pot. Frigorífica total:	4,29 Kw.
		Caudal máx. aire:	1.015 m³/h
Modelo:	FQE-522	Pot. Frigorífica total:	3,5kW
		Caudal máx. aire:	1.015 m³/h
Modelo:	FQE-421	Pot. Frigorífica total:	2,72 Kw.
		Caudal máx. aire:	696 m³/h
Modelo:	FQE-331	Pot. Frigorífica total:	2,09 Kw.
		Caudal máx. aire:	477 m³/h
Modelo:	FQE-321	Pot. Frigorífica total:	1,9kW
		Caudal máx. aire:	488 m³/h
Modelo:	FQE-231	Pot. Frigorífica total:	1,24 Kw.
		Caudal máx. aire:	283 m³/h



Tabla 6. Inventario Fan-coils

N °	ZONA	TIPO
1	Fan-coil suelo despacho pl. baja F-1	FQE 331
2	Fan-coil suelo despacho pl. baja F-2	FQE 321
3	Fan-coil suelo despacho pl. baja F-3	FQE 321
4.	Fan-coil suelo despacho pl. baja F-4	FQE 321
5	Fan-coil suelo despacho pl. baja F-5	FQE 321
6	Fan-coil suelo despacho pl. baja F-6	FQE 421
7	Fan-coil suelo despacho pl. baja F-7	FOE 421
8	Fan-coil suelo despacho pl. baja F-8	FQE 421
9	Fan-coil suelo despacho pl. baja F-9	FQE 421
10	Fan-coil reprografía F-10	FB2
11	Fan-coil taller técnicos pl. baja F-11	FB3
12	Fan-coil camerino pl. baja F-12	FQE 231
13	Fan-coil control realización. Planta Baja F-13	FB1
14	Fan-coil almacén pl. baja F-14	FQE 321
15	Fan-coil estudio televisión pl. baja F-15	FB1
16	Fan-coil control televisión pl. baja F-16	FB1
17	Fan-coil secretaría 1 pl. segunda F-17	FQE 531
18	Fan-coil despacho (2 pers.) pl. segunda F-18	FQE 421
19	Fan-coil despacho (2 pers.) pl. segunda F-19	FQE 421
20	Fan-coil despacho (2 pers) pl. segunda F-20	FQE 421
21	Fan-coil despacho ( 1 pers.) pl. segunda F-21	FQE 321
22	Fan-coil despacho (1 pers.) pl. segunda F-22	FQE 321
23	Fan-coil despacho (2 pers) pl. segunda F-23	FQE 421
24	Fan-coil despacho (2 pers) pl. segunda F-24	FQE 421
25	Fan-coil despacho (2 pers) pl. segunda F-25	FQE 421
26	Fan-coil despacho (3 pers) pl. segunda F-26	FQE 531
27	Fan-coil sala reuniones 30 personas pl. segunda F-27	FQE 421
28	Fan-coil sala reuniones 30 personas pl. segunda F-28	FQE 421
29	Fan-coil sala reuniones 30 personas pl. segunda F-29	FQE 421
30	Fan-coil sala reuniones (20 pers.) pl. segunda F-30	FB1
31	Fan-coil despacho (3 pers) pl. segunda F-31	FQE 421
32	Fan-coil despacho (2 pers) pl. segunda F-32	FQE 421
33	Fan-coil despacho (2 pers) pl. segunda F-33	FQE 421
34	Fan-coil despacho (1 pers) pl. segunda F-34	FQE 321
35	Fan-coil despacho (1 pers) pl. segunda F-35	FQE 321



36	Fan-coil despacho (2 pers) pl. segunda F-36	FQE 421
37	Fan-coil despacho (3 pers) pl. segunda F-37	FQE 421
38	Fan-coil despacho (2 pers) pl. segunda F-38	FQE 421
39	Fan-coil despacho sala reuniones (10 pers) pl. segunda F-39	FQE 531
40	Fan-coil despacho (2 pers) pl. segunda F-40	FQE 421
41	Fan-coil despacho (3 pers) pl. segunda F-41	FQE 421
42	Fan-coil despacho (3 pers) pl. segunda F-42	FQE 421
43	Fan-coil despacho (2 pers) pl. segunda F-43	FQE 421
44	Fan-coil despacho (2 pers) pl. segunda F-44	FQE 421 .
45	Fan-coil despacho (3 pers) pl. segunda F-45	FQE 522
46	Fan-coil despacho (2 pers) pl. segunda F-46	FQE 421
47	Fan-coil despacho (2 pers) pl. segunda F-47	FQE 421
48	Fan-coil sala auxiliar pl. segunda F-48	FQE 531
49	Fan-coil despacho (2 pers) pl. segunda F-49	FQE 421
50	Fan-coil despacho (2 pers) pl. segunda F-50	FQE 421
51	Fan-coil despacho sala reuniones (10 pers) pl. segunda F-51	FQE 531
52	Fan-coil despacho (3 pers) pl. segunda F-52	FQE 531
53	Fan-coil despacho (2 pers) pl. segunda F-53	FQE 421
54	Fan-coil despacho (2 pers) pl. segunda F-54	FQE 421
55	Fan-coil despacho (2 pers) pl. segunda F-55	FQE 421
56	Fan-coil despacho (2 pers) pl. segunda F-56	FQE 421
57	Fan-coil despacho (2 pers) pl. segunda F-57	FQE 421
58	Fan-coil despacho (2 pers) pl. segunda F-58	FQE 421
59	Fan-coil despacho (3 pers) pl. segunda F-59	FQE 522
60	Fan-coil despacho (2 pers) pl. segunda F-60	FQE 421
61	Fan-coil despacho (2 pers) pl. segunda F-61	FQE 421
62	Fan-coil despacho (2 pers) pl. segunda F-62	FQE 421
63	Fan-coil despacho (2 pers) pl. segunda F-63	FQE 421
64	Fan-coil despacho (2 pers) pl. segunda F-64	FQE 421
65	Fan-coil despacho (2 pers) pl. segunda F-65	FQE 421
66	Fan-coil despacho (3 pers) pl. segunda F-66	FQE 531
67	Fan-coil aula planta 1 a F-67	FB2
68	Fan-coil redacción revista f-68	FB2
69	Fan-coil almacén bedeles F-69	FQE 231





### 2.2.1.8 VENTILACIÓN Y EXTRACCIÓN.

La instalación cuenta con ventilación en garaje y extracción en aseos.

Es interesante conocer las instalaciones de este tipo para saber el consumo energético que suponen en el total del consumo de toda la instalación.

#### 2.2.1.8.1 Ventilación garaje

La instalación consta de dos cajas de ventilación (400 °C-2h) con ventiladores centrífugos que extraerán el aire del mismo y lo evacuarán al exterior por la cubierta del edificio, subiendo los conductos de evacuación a través de un patinillo de ventilación.

Las características de los mismos son:

Tabla 7 Inventario extractores

Extractor 1	
Marca	SODECA
Modelo	CJTCRIR 2271/6T
Denominación	EX 1
Caudal	21.450 m <sup>3</sup> /h
P. instantánea	3 KW

Extractor 2	
Marca	SODECA
Modelo	CJTCRIR 2271/6T
Denominación	EX 2
Caudal	23.400 m <sup>3</sup> /h
P. instantánea	5,5 KW

Existen 8 detectores de CO, conectados a una centralita de detección de dos zonas, para la activación del sistema.

La alimentación eléctrica a las cabinas de ventilación se realiza desde el cuadro principal.



#### 2.2.1.8.2 Extracción aseos

Para la extracción de aire de los aseos, y de acuerdo a los niveles de ventilación establecidos en la UNE 100011 para aseos y vestuarios, se ha dispuesto en la cubierta del edificio de dos extractores (aseos norte y aseos sur) con ventiladores centrífugos de las siguientes características:

Tabla 8 Inventario extractores Aseos

Extractor Aseos Norte	
Marca	SODECA
Modelo	CBD-3333-6m $\frac{3}{4}$
Denominación	EX 3
Caudal	3.500 m <sup>3</sup> /h
P. instantánea	0,55 KW

Extractor. Aseos Sur	
Marca	SODECA
Modelo	CBD-2525-4m $\frac{1}{2}$
Denominación	EX 4
Caudal	2.700 m <sup>3</sup> /h
P. instantánea	0,37 KW

A través de las bocas de extracción dispuestas en los aseos y mediante una red de conductos de chapa galvanizada se conducirá el aire hasta los extractores de cubierta a lo largo de los patinillos de ventilación existentes.



### 2.2.1.9 REGULACIÓN Y CONTROL

Es importante conocer las instalaciones con las que contamos en el edificio pero igualmente importante es conocer cómo se regulan dichas instalaciones. La forma de regular las instalaciones nos permite saber si se está realizando un uso efectivo de las mismas.

El sistema de control existente es de la marca Honeywell

La arquitectura del sistema de control Honeywell permite la conexión de varios centros de la universidad, tal y como se muestra en el siguiente esquema.

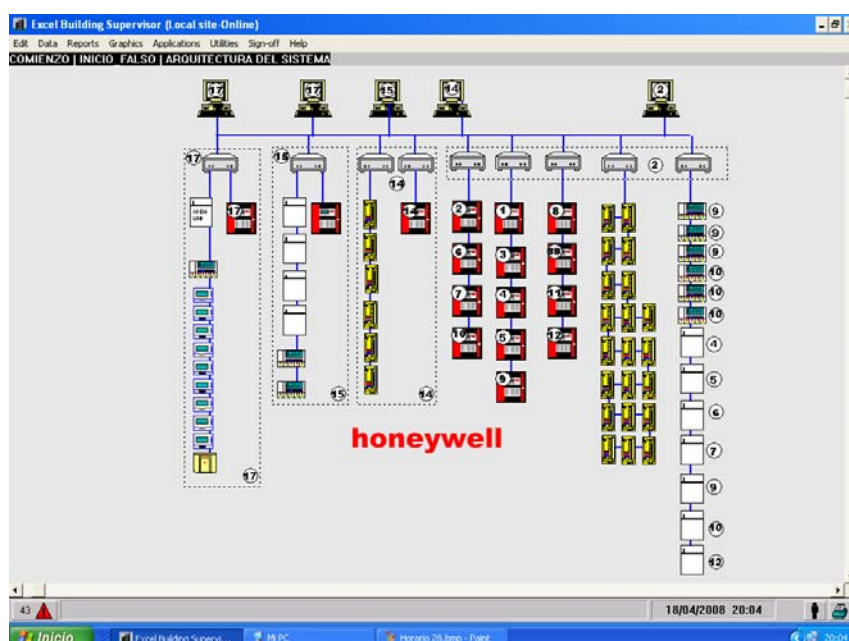


Figura 7. Arquitectura del Sistema de Control Honeywell

El sistema de control consta de autómatas programables repartidos por el edificio que recogerán las diversas señales de control de campo, temperaturas, contactos de cuadros eléctricos, actuadores de válvulas y se centralizarán todos los datos en un supervisor central que permitirá gestionar la instalación.

El sistema de regulación permite el control de los parámetros de funcionamiento de la instalación, en cuanto a la temperatura ambiente a mantener, así como la gestión de los horarios de funcionamiento de los equipos, enfriadora de agua, caldera, bombas y climatizadores.

A continuación vamos a ver cómo se regulan los distintos elementos de la instalación.



#### **2.2.1.9.1 Salas de Máquinas.**

El sistema de control se encargará de arrancar y parar todos los equipos en función de horarios definidos por el operador, dando las siguientes órdenes de marcha / paro:

- Enfriadora de agua.
- Bombas primarias de agua fría
- Bombas secundarias agua fría a climatizadores
- Bombas secundarias agua fría a fan-coils
- Generador autónomo de agua caliente
- Bombas primarias de agua calientes
- Bombas secundaria agua caliente a climatizadores
- Bombas secundarias agua caliente a fan-coils
- Bombas secundarias agua caliente a cajas
- Bombas secundarias agua caliente a instalación suelo radiante Climatizadores
- Grupos de fan-coils por horarios
- Extractores de aseos.

De todos los equipos anteriores, se da a través del sistema información de estado y mediante software, comparando "orden" con "estado" se establecerán las alarmas de funcionamiento.

Como señales analógicas se tienen, en los circuitos hidráulicos de agua fría y caliente:

- Temperatura de agua de entrada al grupo frigorífico.
- Temperatura de agua en salida del grupo frigorífico.
- Temperatura de agua en depósito de inercia de agua fría.
- Temperatura de agua de entrada a generador autónomo.



- Temperatura de agua en salida de generador autónomo.
- Temperatura de agua caliente impulsión a circuitos consumidores.
- Salida de control a servomotor de válvula de tres vías de agua caliente a intercambiador de calor del suelo radiante.
- Salida de control a servomotor de válvula de tres vías mezcladora del circuito de agua caliente de Fan-coils.

Se realiza arranque por horarios y calendarios de los equipos antes citados. Sobre el grupo frigorífico y el generador de agua caliente, el sistema de control solo actúa para permitir funcionamiento y recoger estado y alarma. Las máquinas se controlan con sus propios sistemas internos.

El sistema de control no permitirá que el grupo frigorífico entre en funcionamiento con temperaturas exteriores por debajo de  $15^{\circ}\text{C}$ , punto de consigna ajustable por el operador. Se entiende que con temperaturas exteriores por debajo de este valor, se contrarresta la ganancia de calor con el "freecooling"

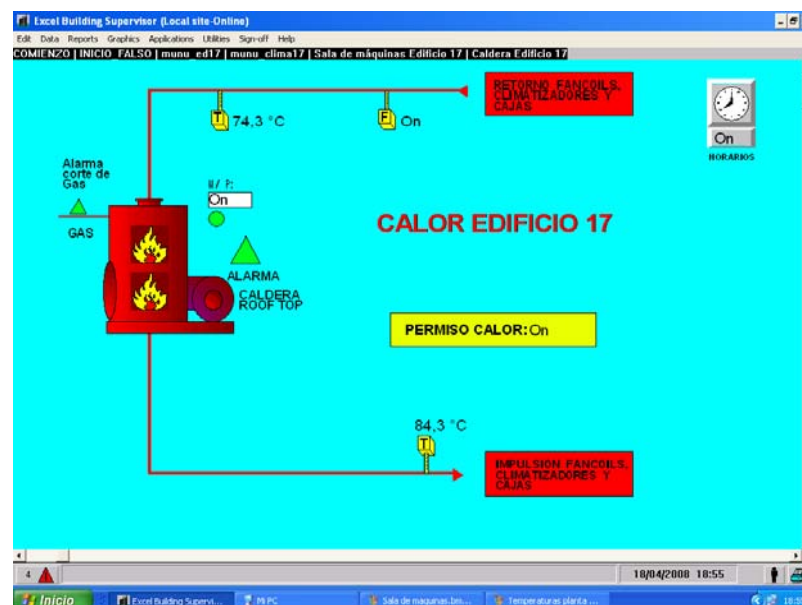


Figura 8. Producción de Calor en el Sistema de control

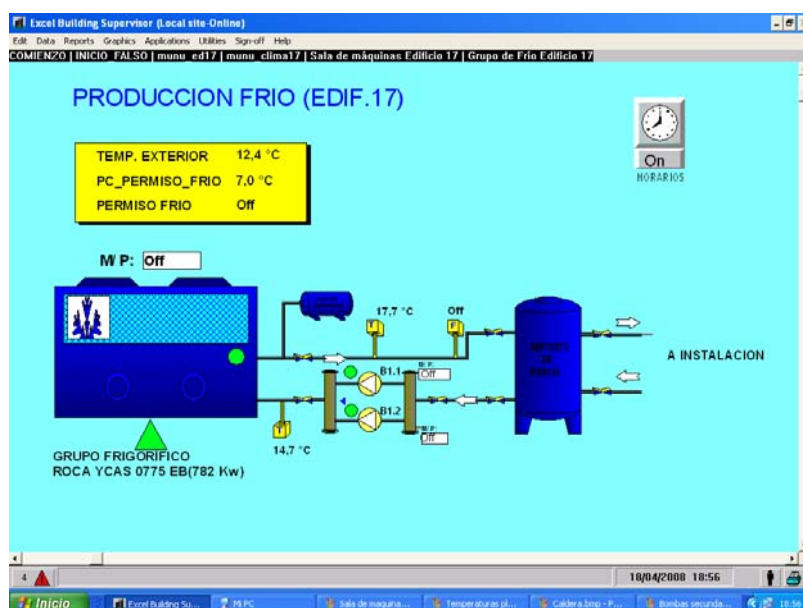


Figura 9. Producción de Frío en el Sistema de control

#### 2.2.1.9.2 Climatizadores.

En los climatizadores con "freecooling" se tendrán las siguientes señales analógicas:

- Temperatura de retorno de aire.
- Temperatura exterior de aire.
- Temperatura en cámara de mezcla.
- Temperatura de impulsión de aire.
- Salida de control a servomotor de válvula de tres vías de calor.
- Salida de control a servomotor de válvula de tres vías de frío.
- Salida de control a servomotor de compuerta de aire de expulsión.
- Salida de control a servomotor de compuerta de cámara de mezcla
- Salida de control a servomotor de compuerta de toma de aire exterior.
- Presostato en el conducto de impulsión.

En los climatizadores de aire sin "freecooling", se tendrán las siguientes señales analógicas:



- Temperatura de impulsión y/o retorno de aire.
- Salida de control a servomotor de válvula de tres vías de calor.
- Salida de control a servomotor de válvula de tres vías de frío.
- Como señales digitales se tendrán:
- Alarma por filtro sucio.

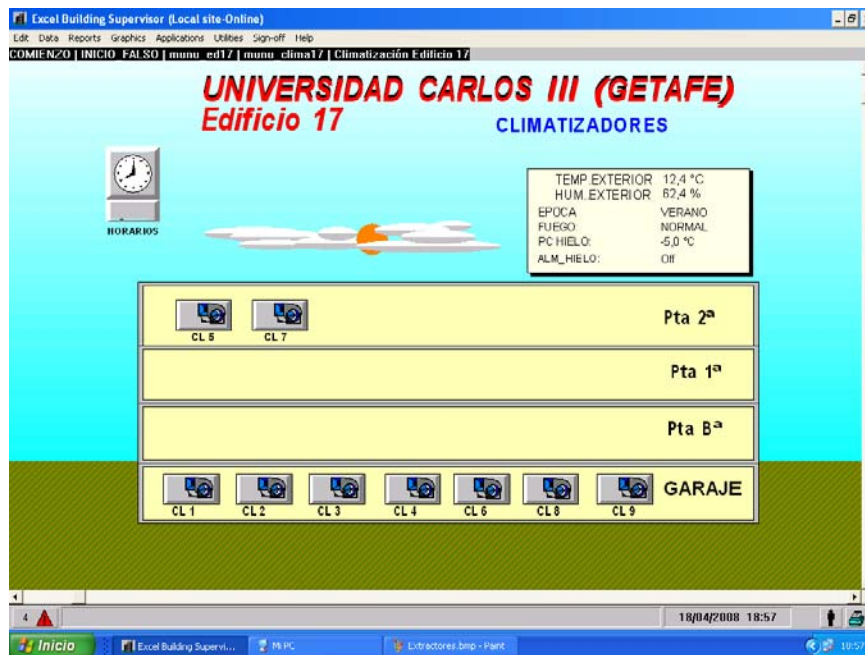


Figura 10. Climatizadores en el Sistema de Control Honeywell

#### 2.2.1.9.3 Climatizador de Volumen Variable, todo aire exterior CL-1 y CL-2

Estos dos climatizadores tratan los ambientes de cada grupo de aulas (norte y sur) en las plantas primera y segunda. Puesto que el aire de ventilación es muy superior al que habría que impulsar para tratar las cargas térmicas de la zona, estos dos climatizadores son todo aire exterior. Por ello se dispone un recuperador estático, con un rendimiento superior al 45%, en cada uno de ellos.

En estas zonas, por su ubicación y uso, se espera siempre demanda de frío, por ello, el tratamiento es mediante cajas de volumen variable, impulsando siempre, salvo en la puesta a régimen, aire frío, preparado en los climatizadores de volumen variable, CL-1 y CL-2.

Estos locales cuentan, cada uno de ellos, de una caja 'de volumen variable, equipada con batería de calefacción por agua caliente con válvula de acción proporcional.



#### 2.2.1.9.4 Climatizador de Volumen Variable con freecooling, CL-3, CL-6 y CL9

Estos climatizadores tratan los ambientes de las salas informáticas (redacción y WEB) de las plantas 1º Y 2º (CL-3), de la zona de los estudios de radio y locutorios (CL-6) y la zona de administración de planta baja (CL-9)

Los climatizadores mantienen una temperatura constante en la impulsión del aire, punto de consigna establecido por el operador y varían el caudal de aire impulsado en función del estado de las cajas de volumen variable, es decir, de la demanda de la instalación.

Para mantener el punto de consigna en la temperatura de impulsión, en primer lugar el control actúa sobre el "freecooling" posicionando las tres compuertas dispuestas para ello. Es un control por temperatura, no por entalpía. Se compara la temperatura del aire de retorno con la exterior y, en función de estos valores, se posicionan las compuertas para conseguir en la cámara de mezcla del climatizador el punto de consigna fijado para el aire de impulsión.

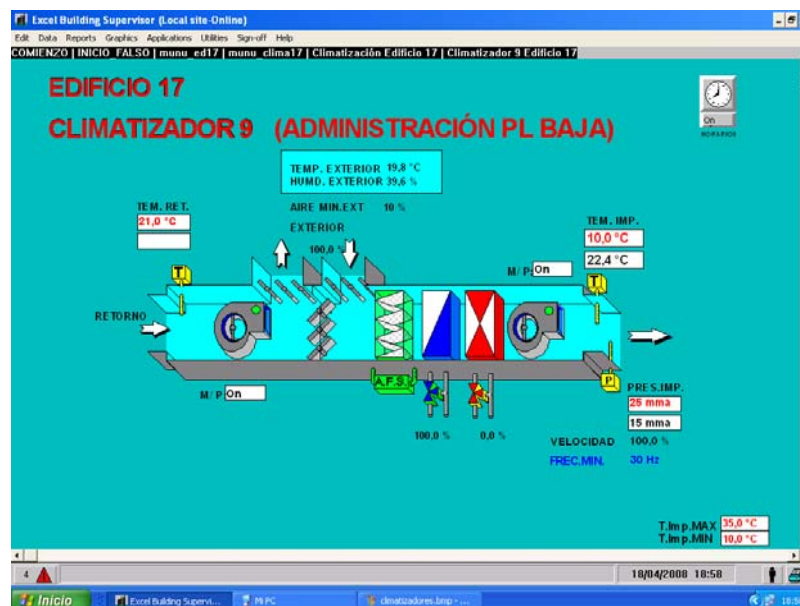


Figura 11. Climatizador 9 en el Sistema de Control Honeywell

Cuando las condiciones exteriores no permitan mantener el punto de consigna en el aire de impulsión mediante "freecooling", el sistema de control actuará sobre la válvula de tres vías de la batería de frío, regulando el caudal de agua fría a través de la batería, control PID.

De la misma forma, en invierno, se actuará sobre compuertas de cámara de "freecooling" y actuador de válvula de tres vías de batería de calor para mantener el punto de consigna. La compuerta de toma de aire exterior quedará siempre con una abertura mínima tal que asegure el caudal de aire de ventilación mínimo exigido por la normativa.





Para el control del caudal de impulsión se cuenta con una sonda de presión situada en el conducto de impulsión, esta señal analógica, con punto de consigna ajustable por el operador, actúa sobre un variador de frecuencia que, con la misma salida, variará la velocidad de los ventiladores de impulsión y retorno del climatizador.

Estos locales cuentan, cada uno de ellos, de una caja 'de volumen variable, equipada con batería de calefacción por agua caliente con válvula de acción proporcional.

#### **2.2.1.9.5 Climatizador (impulsión) con freecooling, CL-4**

Este climatizador trata la zona del plató.

El climatizador mantiene una temperatura variable en la impulsión del aire en función de la demanda de la instalación, punto de consigna establecido por el operador y mantendrá un volumen de aire impulsado constante.

Para mantener el punto de consigna en la temperatura de impulsión, se procede como en los casos explicados anteriormente, actuando sobre el módulo de “free-cooling”.

Cuando las condiciones exteriores no permitan mantener el punto de consigna en el aire de impulsión mediante “free-cooling”, el sistema de control actúa sobre la válvula de tres vías de la batería de frío, regulando el caudal de agua fría a través de la batería, control PID.

De la misma forma, en invierno, se actúa sobre las compuertas de cámara de “free-cooling” y actuador de válvula de tres vías de batería de calor para mantener el punto de consigna. La compuerta de toma de aire exterior queda siempre con una abertura mínima tal que asegure el caudal de aire de ventilación mínimo exigido por la normativa.

#### **2.2.1.9.6 Climatizador (impulsión) CL-5**

Este climatizador trata la sala de reuniones de la planta 2º. Dadas las condiciones de la zona a tratar y los valores de ventilación, el caudal de aire de retorno es muy pequeño, convirtiéndose prácticamente en un climatizador todo aire exterior de caudal constante, temperatura variable.

Para mantener el punto de consigna se actúa sobre los servomotores de las baterías de calefacción y refrigeración. La lectura de la consigna es dada por una sonda de temperatura situada en el conducto de impulsión. Para mantener el nivel de ventilación en función del grado de ocupación, el control actúa sobre la compuerta de retorno en función de una sonda de calidad de aire dispuesta en el local.



#### 2.2.1.9.7 Climatizador de Aire Exterior CL-7 y CL-8

Estos climatizadores mantienen una temperatura de impulsión constante, con punto de consigna ajustable por el operador, del orden de 20 °C en invierno y 25 °C en verano. Para mantener el punto de consigna se actúa sobre los servomotores de las baterías de calefacción e impulsión. La lectura de la consigna es dada por una sonda de temperatura situada en el conducto de impulsión.

#### 2.2.1.9.8 Preparación de agua caliente a Fan-coils.

La temperatura de impulsión de agua caliente a fan-coils, se prepara con una válvula de tres vías, mezcladora, con servomotor de acción proporcional. El punto de consigna del agua es fijado por el operador. Se dispone de sonda de temperatura de agua en retorno de fan-coils.

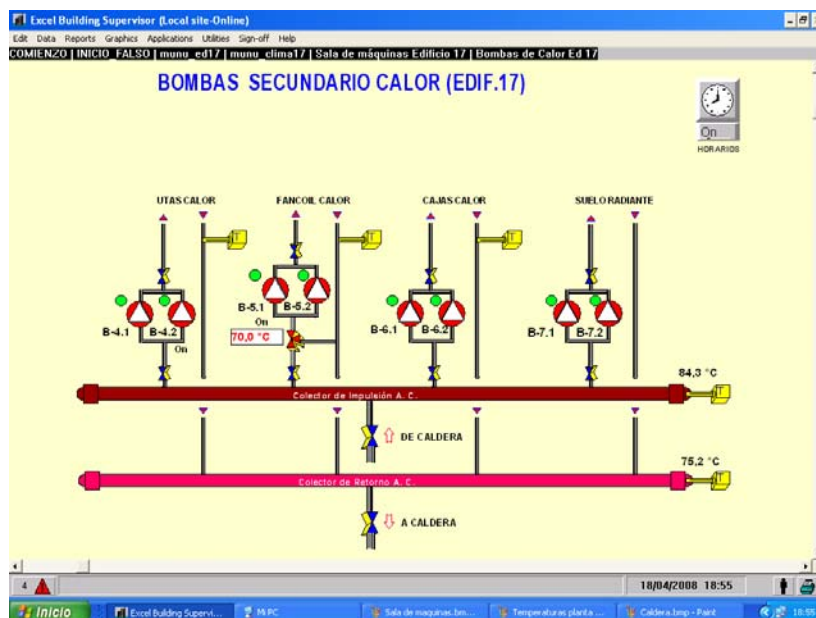


Figura 12. Bombas secundarios calor en el Sistema de Control Honeywell



### 2.2.1.9.9 Preparación de agua caliente a suelo radiante.

La temperatura de impulsión de agua caliente al suelo radiante, se prepara mediante un intercambiador de placas que dispondrá en el circuito primario de una válvula de tres vías desviadora con actuador todo nada conectada a una sonda de temperatura en la salida del secundario del intercambiador.

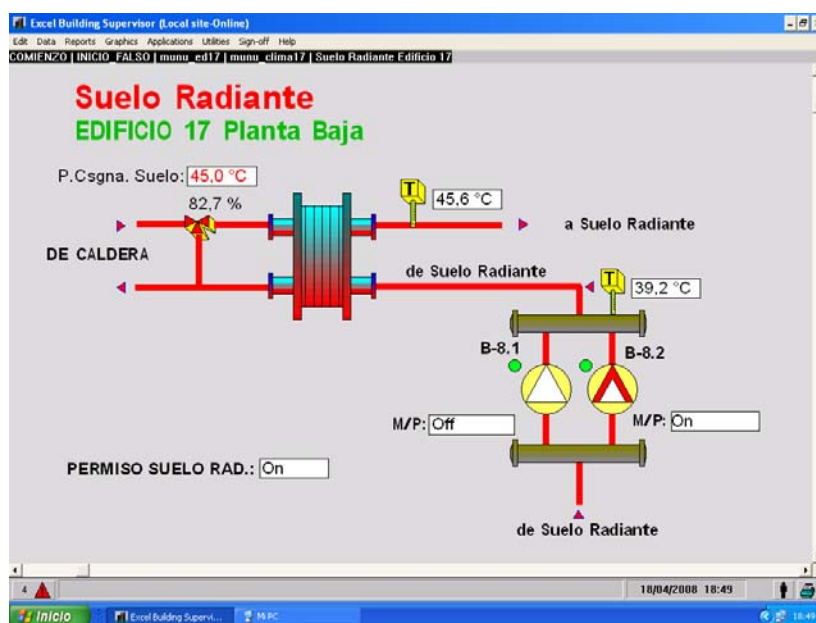


Figura 13. Suelo Radiante en el Sistema de Control Honeywell

### 2.2.1.9.10 Fan-coils

El arranque y parada de los fan-coils se realiza desde los cuadros secundarios de cada planta y están sectorizados. Desde el control central se habilitará por horario su puesta en funcionamiento.

El usuario desde un controlador ambiente tiene la posibilidad de actuar sobre el marcha/paro, la velocidad del ventilador y el punto de consigna de temperatura. Fuera de los horarios marcados por el controlador central, no será posible la actuación del usuario sobre los fan-coils.

Para mantener el punto de consigna se actuará sobre las válvulas de tres vías de cada una de las baterías.



#### **2.2.1.9.11 Cajas de Volumen variable**

Una caja 'de volumen variable está equipada con batería de calefacción por agua caliente con válvula de acción proporcional. Cada caja cuenta con un controlador comunicable vía "bus" con capacidad de cambio de acción invierno-verano.

Durante el funcionamiento en verano, la caja controla el caudal de aire a introducir en el recinto, sistema de volumen variable típico.

Durante el funcionamiento en invierno, el controlador de la caja abre completamente la compuerta de ésta e va abriendo proporcionalmente la válvula de la batería de calor, hasta conseguir la temperatura de consigna.

En ambiente, se sitúan las sondas de temperatura, con potenciómetro para la corrección del punto de consigna.

#### **2.2.1.9.12 Puesta a régimen de la instalación**

Se entiende por puesta a régimen, la condición en la que la demanda de calor del edificio es general, por ejemplo en:

- Las arrancadas matinales en invierno
- Después de fines de semana,
- Temperaturas exteriores extremadamente bajas, etc.

Por definición, el sistema de control entiende que el edificio se encuentra en condición de "puesta a régimen", cuando la temperatura del aire de retorno en los climatizadores sea igual o inferior a 18º C, punto de consigna ajustable por el operador. En estas condiciones, el sistema de control actuará de la forma siguiente:

- Compuerta de toma de aire exterior del climatizador cerrada por completo.
- Válvula de tres vías de la batería de calefacción del climatizador abierta en banda.
- Cajas de volumen variable de todo el edificio abiertas en banda.
- Válvulas de tres vías de las baterías de calor de las cajas de volumen y variable, cerradas en banda.
- Válvula de tres vías de batería de calefacción de los climatizadores, abierta en banda.



La condición de "puesta a régimen" se dará por terminada cuando la temperatura de retorno llegue a los 20º C, valor ajustable por el operador.



#### **2.2.1.10 RESUMEN DE OBSERVACIONES AL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN.**

Se apuntan las siguientes líneas en el diseño o funcionamiento del sistema de climatización que pueden ser estudiadas en la actuación correspondiente a la propuesta de mejoras.

- Producción.

Tanto las calderas como enfriadora utilizadas cumplen con las exigencias de rendimiento energético. Los estudios se centrarán en observar si se obtienen los rendimientos teóricos marcados por los fabricantes.

- Climatizadores.

Disponen de las medidas de ahorro energético marcadas por RITE de empleo de recuperadores y freecooling.

- Sistema de Control.

Las temperaturas de consigna de aulas y despachos en climatización están establecidas por ley:

En el BOE del pasado 14 de julio se ha publicado la orden ministerial /ORDEN PRE/2118/2007, de 13 de julio, esta orden acuerda: "La temperatura de los edificios de la Administración General del Estado, Organismos públicos dependientes o vinculados y restantes entidades integradas en el sector público estatal, no podrá ser inferior a los 24º C en la temporada de verano."

Esta norma también está exigida por el Rectorado de la Universidad Carlos III. Por tanto los puntos de consigna se establecen para que en las salas tengan entre 24 º C y 26 º C ya en función de las condiciones de confortabilidad de cada usuario

Tras las visitas realizadas al edificio se ha observado que si bien se cuenta con un horario para el arranque y parada de los fan-coils del edificio, en muchas ocasiones, el usuario de despachos deja encendido el fan-coil durante ausencias prolongadas lo que supone un gasto innecesario en climatización.




## 2.2.2 DESCRIPCION INSTALACIONES ELECTRICAS

Existen para el edificio dos suministros de energía, uno ordinario a través de un Centro de Transformación de 800 KV A y otro Complementario de Socorro, a través de un grupo electrógeno de 110 KV A, con un conmutador automático de redes en el cuadro general de B.T.

### 2.2.2.1 GRUPO ELECTRÓGENO

Las características del GE son:

Tabla 9 Características Grupo Electrógeno

Grupo electrógeno		
Marca		
Modelo		
Denominación	GE	
Ubicación		
Potencia	110 KVA	
Potencia activa máxima	88 KW	
Tolerancia de la potencia activa	+/- 5 %	
Generador:		
Frecuencia de giro del generador	1500 r.p.m	
Arranque	Eléctrico por baterías	
Refrigeración	Por agua con radiador	
Alternador:		
Tensión	380/220 V	
Frecuencia	50 Hz	
Regulación electrónica de tensión	AREP- R_438	
Cargador automático de baterías	Si	
Depósito de combustible	Si	
Capacidad		
Indicador de nivel	Si	
Resistencia de calentamiento	Si	



### **2.2.2.2 CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN ( CGBT )**

El Cuadro General de Baja Tensión (CGBT) está situado en la sala de Cuadros Eléctricos, en la Planta Sótano -1.

Todas las salidas de este cuadro, así como la alimentación del mismo están protegidos con interruptores automáticos magnetotérmicos, de corte omnipolar.

Existe batería de condensadores para mejorar el factor de potencia, equipada con las correspondientes protecciones magnetotérmicas omnipolares en el cuadro general.

En el Cuadro General de Baja Tensión se incluye la conmutación Red - Grupo, que permite mantener en servicio los equipos seleccionados en caso de fallo de red exterior.

El cuadro tiene embarrados divididos, equipando cada salida con protecciones mixtas diferenciales y magnetotérmicas, así como seleccionando los equipos de unos reserva de otros, en distintos embarrados, de forma que se pueda asegurar al máximo el funcionamiento de los equipos.

A partir de este cuadro se originan las alimentaciones al resto de cuadros y equipos de la instalación.

Cada circuito dispone de protección magnética, térmica y diferencial. Cuando la intensidad nominal sea igual o superior a 75 A, se ha instalado un único mecanismo, interruptor automático diferencial de caja moldada, posibilitando, el mismo aparato, la protección magnetotérmica y diferencial.

Se dispone de 3 analizadores con las siguientes ubicaciones y midiendo los siguientes consumos.

- Analizador situado en el cuadro general de electricidad. Colocado en cabecera mide el consumo de energía total del edificio.
- Analizador situado en el cuadro general de electricidad. Colocado en cabecera de la acometida de grupo electrógeno mide el consumo total de la energía consumida en grupo y UPS.
- Analizador situado en el cuadro general de climatización. Mide el consumo eléctrico total de todos los equipos de climatización.





### **2.2.2.3 CUADRO GENERAL DE INSTALACIONES, SECUNDARIOS DE PLANTAS Y TERCARIOS DE RECINTOS.**

Existen los siguientes cuadros generales de instalaciones:

- Cuadro General de Climatización en Sótano.
- Cuadro de Climatización de Cubierta.
- Cuadro de Grupos de Presión de Fontanería.
- Cuadro de Grupo de Presión de PCI
- Cuadro de Extractores de Garaje.

La distribución de energía eléctrica para los diversos usos de fuerza y alumbrado en las diversas plantas del edificio, se ha sectorizado en dos zonas por planta, Zona Norte y Zona Sur.

Los Cuadros Secundarios de Planta serán los siguientes:

- Cuadro de Planta Sótano Norte.
- Cuadro de Planta Sótano Sur
- Cuadro de Planta Sótano Norte SAL
- Cuadro de Planta Sótano Sur SAL
- Cuadro de Planta Baja Norte.
- Cuadro de Planta Baja Sur.
- Cuadro de Planta Primera Norte.
- Cuadro de Planta Primera Sur.
- Cuadro de Planta Segunda Norte.
- Cuadro de Planta Segunda Sur.



Todos los Cuadros Secundarios de Planta reciben las acometidas desde el Cuadro General de Baja tensión y están situados en el interior de los patinillos eléctricos.

Los Cuadros Terciarios de Recintos serán los siguientes:

- Cuadro de Planta Sótano Sala Control.
- Cuadro de Planta Baja N 1
- Cuadro de Planta Baja N 2
- Cuadro de Planta Baja N 3
- Cuadro de Planta Baja N 4
- Cuadro de Planta Baja S 1
- Cuadro de Planta Baja S 2
- Cuadro de Planta Primera N 1
- Cuadro de Planta Primera N 2
- Cuadro de Planta Primera S 1
- Cuadro de Planta Primera S 2
- Cuadro de Planta Primera S 3
- Cuadro de Planta Primera S 4
- Cuadro de Planta Primera S 5

Cuadros Terciarios de Recintos recibirán las acometidas desde los Cuadros Secundarios de Planta.

Las acometidas que partirán desde los Cuadros Secundarios de Planta hasta los Cuadros Terciarios de Recintos, están protegidas por interruptor diferencial y automático magnetotérmico.

Las líneas de alimentación de fuerza a los puestos de Voz y Datos, así como los Cuadros Terciarios de Aulas Informáticas, Redacción, estudios de Grabación y Edición disponen



de diferenciales especiales inmunizados, para proteger los circuitos de las perturbaciones causadas por los armónicos generados.



### 2.2.3 DESCRIPCION INSTALACIONES ALUMBRADO

Es necesario conocer en profundidad las instalaciones de alumbrado y su funcionamiento para poder determinar si son eficientes desde el punto de vista de energético.

En el **Anexo I** sobre inventario de iluminación se presentan las tablas con el tipo de lámpara, luminaria y potencia para cada una de las estancias del edificio, así como la potencia total instalada para cada una de las plantas y la potencia referente al alumbrado de emergencia.

A continuación se describe la iluminación de cada una de los espacios del edificio.

#### 2.2.3.1 ILUMINACIÓN DE AULAS

Se diferencian en las Aulas cuatro sistemas de alumbrado:

- Alumbrado de pizarra.
- Alumbrado general de red.
- Alumbrado de suministro de socorro red-grupo. Alumbrado de emergencia.



Ilustración 2 Aula planta Baja. Edificio 17.

El alumbrado de pizarras está compuesto por una fila corrida, para instalación en techo, de bañadores de techo, situados a una distancia adecuada para permitir la iluminación adecuada de toda la superficie de la pizarra y sin producir reflejos.



Ilustración 3.- Detalle del alumbrado de pizarras. Edificio 17.

Desde el punto de vista de encendidos, se ha dividido la longitud total de iluminación de pizarra en dos encendidos, uno de ellos permite el encendido y apagado de la mitad de la fila corrida de bañador, y el segundo de ellos, permite el encendido y apagado de la otra mitad de la fila corrida de bañador.

El alumbrado general de red está formado por luminarias modulares, para instalación en falso techo, con modulación de 1.200 x 300 Mm., en número y distribución de acuerdo al Estudio Luminotécnico realizado. Las luminarias no están integradas con el sistema de climatización, se sitúan rejillas en el falso techo para posibilitar el retorno del aire climatizado. Las luminarias disponen de reactancias electromagnéticas.

El alumbrado general con suministro socorro (red - grupo) está formado por luminarias iguales a las descritas en el punto anterior, pero reciben la corriente eléctrica del suministro de red - grupo. El alumbrado de red - grupo es 1/3 del total instalado en el aula y su distribución será tal que permita la adecuada iluminación de las zonas de evacuación, principalmente.

Los diversos circuitos de alumbrado se activan con interruptores, en aquellas aulas con más de una puerta de acceso, se realizan encendidos conmutados.

El alumbrado de emergencia cumplirá con las especificaciones dadas en la CPI 96 y en el Reglamento de Protección Contra Incendios de la Comunidad de Madrid.



### 2.2.3.2 ILUMINACIÓN EN DESPACHOS Y SALAS DE JUNTAS

La iluminación en estos recintos se realiza con el mismo tipo de luminarias que las descritas para el caso de las Aulas. Se dispone en cada recinto de un interruptor para el encendido y apagado de la iluminación.

### 2.2.3.3 ILUMINACIÓN EN ASEOS

En estos recintos, la iluminación se garantiza mediante aparatos "down light", con luz "tipo fría", las lámparas eran convencionales, y se tiende a la instalación de lámparas de bajo consumo energético. Encima de los espejos de los aseos, se ha instalado iluminación fluorescente, para aumentar la intensidad lumínica en esta zona.

El encendido de la iluminación de los cuartos de aseos se realizará mediante interruptores automáticos del tipo "detector de presencia".

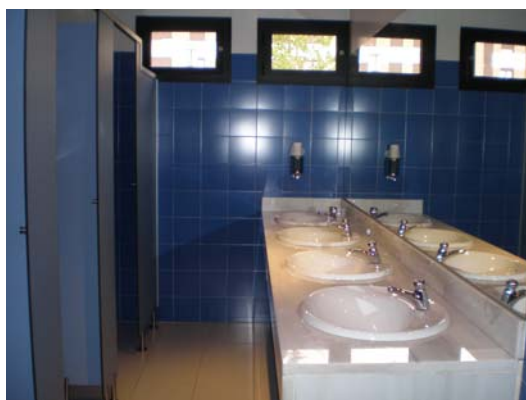


Ilustración 4.- Baño señoras primera Planta. Edificio 17.

En cada una de las cabinas de los inodoros, se han instalado interruptores convencionales.

### 2.2.3.4 ILUMINACIÓN DE PASILLOS Y HALL

Se han instalado luminarias fluorescentes en falsos techos, del mismo modelo que el seleccionado para Aulas y Despachos, así como apliques de pared.





Ilustración 5 Pasillos y zona Hall . Edificio 17.

#### 2.2.3.5 ILUMINACIÓN EN SALAS TÉCNICAS, GALERÍAS Y PATINILLOS

En la galería en planta sótano, salas de máquinas y en los patinillos, se dispone de iluminación mediante apliques estancos, del tipo "ojos de buey", con lámpara de incandescencia.



### 2.2.3.6 ILUMINACIÓN GARAJE

La iluminación de garaje está formada por fluorescentes de 58W con balastos electrónicos.

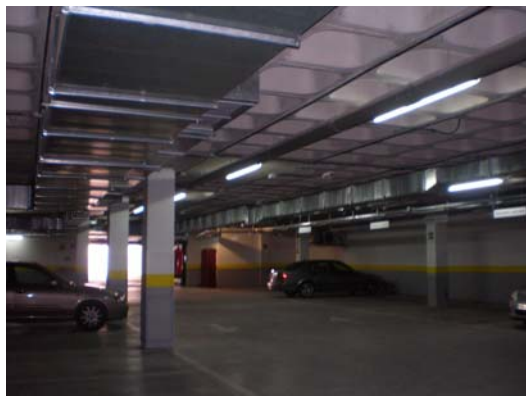


Ilustración 6.- Parking planta Sótano. Edificio 17

El garaje permanece siempre encendido entre las 7:00 y las 24:00.

### 2.2.3.7 ILUMINACIÓN EXTERIOR

El alumbrado exterior formado por apliques y farolas de 100w de potencia está limitado su encendido de 18:00 a 7:00 y por célula crepuscular para su encendido en función de la época del año.

Por otro lado se mantienen , como medida de ahorro energético, la mitad de las luminarias apagadas.

### 2.2.3.8 CONTROL DEL ALUMBRADO

El alumbrado del edificio está controlado por el sistema de control HONEYWELL que controla también, la instalación de climatización, detección de incendios y el sistema de antintrusión.

En los cuadros secundarios de plantas y los terciarios de recintos (Aulas de Redacción, etc.) existen telerruptores, sobre los que actúa la señal del sistema HONEYWELL para permitir el encendido o apagado de la iluminación, en función de un horario establecido por el operador de la instalación. El horario establecido es de 7:00 a 24:00. Con independencia del sistema citado, en todos los recintos se instalarán interruptores o pulsadores para permitir el encendido o apagado del local de acuerdo con el deseo del usuario.

Se dispone de un total de 50 telerruptores para autorización de encendidos - apagados en circuitos de iluminación y de 10 telerruptores para autorización de marcha/paro en circuitos de fan - coils.





### **2.2.3.9 RESUMEN DE OBSERVACIONES AL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO**

El alumbrado con el que cuenta el edificio es preferentemente fluorescencia.

Sólo en la zona de garaje existe para el control de encendido de luminarias balastos electrónicos mientras que el resto del edificio se cuenta con balastos electromagnéticos.

Existe 1/3 del alumbrado total del edificio que es destinado a alumbrado de emergencia, sin embargo permanece constantemente encendido y no tiene posibilidad de apagado manual mediante interruptores ó conmutadores, por lo que permanece encendido constantemente.

El sistema de control establece un horario para el alumbrado entre las 7:00 y las 24:00, dentro de este horario las luminarias se encenderán y apagaran mediante sus interruptores o conmutadores, menos el caso del alumbrado de emergencia.

En el caso del garaje no existen detectores de presencia y el alumbrado permanece constantemente encendido dentro del horario especificado anteriormente.

Las medidas de ahorro energético para el alumbrado se centrarán en:

- Instalación de detectores de presencia en garaje.
- Instalación de balastos electrónicos para el alumbrado en planta.
- Estudio de cambios masivos de alumbrado



## **2.2.4 DESCRIPCION INSTALACIONES DE FONTANERÍA**

Tanto por responsabilidad social, como personal, ecológica y económica, es importante saber qué hacer para reducir la demanda de agua.

Uno de los primeros puntos para ello es conocer los equipamientos sanitarios con los que cuenta el edificio así como los equipamientos para riego. De esta manera se determinará si son los adecuados y si permiten la implementación de alguna técnica de ahorro energético.

La instalación de agua para abastecimiento al edificio se inicia en una acometida de agua procedente de la red de abastecimiento exterior.

Existen dos contadores generales de suministro de agua:

- Contador general para fontanería
- Contador general para PCI

Desde el circuito de fontanería se bifurca en otros tres circuitos:

- Riego
- Grifos
- Fluxores

### **2.2.4.1 DESCRIPCIÓN DE INSTALACIONES DE AGUA FRÍA Y AGUA CALIENTE SANITARIA**

Suele tener especial importancia el ahorro en agua caliente sanitaria puesto que no sólo ahorraríamos en agua sino también en la energía que calienta esta agua. En el caso de este edificio la demanda de agua caliente sanitaria es prácticamente nula por lo que nuestros esfuerzos se centrarán en la descripción de las instalaciones de agua fría

#### **2.2.4.1.1 Instalaciones de agua fría**

Existen dos depósitos de acumulación de agua sanitaria para la totalidad del edificio.

La capacidad de estos depósitos es de 1500 litros

Existe un grupo de presión para grifos formado por dos bombas centrifugas verticales de velocidad constante, una reserva de la otra.



Existe otro grupo de presión con tres bombas centrífugas para fluxores, una de reserva, dos para satisfacer el servicio de toda la instalación de fluxores y la tercera como reserva de cualquiera de las otras dos.



Ilustración 7 Grupos de presión de grifos y fluxores. Edificio 17

El mayor consumo de fluxores y algunos problemas de suministro suelen venir dados por factores muy concretos: diseño inadecuado de la instalación o variación de la presión de suministro y falta de mantenimiento del propio elemento.

En el edificio 17 existe una red específica para fluxores para asegurar consumos y presiones estables.

El diseño de una red de fluxores exige líneas de diámetros concretos y cálculos para evitar pérdidas de carga de las líneas, siendo muy frecuente ampliar o variar éstas, o realizar tomas para otro tipo de sanitarios, lo que provoca que los consumos o presiones sean inestables; en otros casos, la presión de suministro aumenta encontrándonos que los tiempos de actuación y los caudales suministrados son excesivos.



El número de grifos y fluxores existentes en el edificio se especifica en la siguiente tabla:

Tabla 10 Inventario fluxores, grifos y duchas

Ubicación	Fluxores	Grifos	Duchas
<b>Planta Sótano</b>			
Aseos aparcamiento	2	2	0
Vestuario personal	5	5	2
Cuarto limpieza	1		
<b>Planta Baja</b>			
Aseos alumnos	5	4	
Aseos alumnas	5	3	
Cuarto limpieza	1		
Camerino/vestuario	1	2	1
Aseos alumnas 2	3	3	
Aseos alumnos 1	5	3	
Aseos minusválidos	1	1	
<b>Planta Primera</b>			
Aseos alumnos	10	6	
Aseos alumnas	9	8	
Cuarto limpieza	2		
<b>Planta segunda</b>			
Aseos alumnas	8	7	
Aseos alumnos	10	6	
Cuarto limpieza	1		
Aseos minusválidos	1	1	

Tabla 11 Consumos instantáneos por aparato

Consumos instantáneos por aparato	Caudal (l/s)	Caudal (l/minuto)
Ducha	0,2	12litros/minuto
Lavabo	0,2	12litros/minuto



Ilustración 8 Grifos y fluxores . Edificio 17

Se verá más adelante algunos métodos para reducir los consumos por aparato y se estudiará si la temporización de los grifos y fluxores es adecuada.

#### **2.2.4.1.2 Instalaciones de agua caliente sanitaria**

La producción del agua caliente sanitaria (A.C.S) para el edificio, se produce mediante la utilización de dos termos eléctricos. Se encuentran en las duchas de los vestuarios situados en la Planta Sótano.

Debido a la escasa demanda ó casi nula de agua caliente sanitaria no será objeto de estudio en este proyecto.



#### 2.2.4.2 DESCRIPCIÓN DE INSTALACIONES DE RIEGO

El circuito de agua de riego se divide a su vez en dos instalaciones.

- Instalación red goteo
- Instalación red de aspersores

Ambos circuitos de agua disponen de dos válvulas de corte que están comandadas por el reloj programador de riego.

Se trata de un programador electrónico de 4 estaciones, con un tiempo de riego por estación configurable entre 2 a 120 minutos con cuatro riegos por programa.



Ilustración 9 Programador de riego. Edificio 17.

Se ha programado el riego para realizarlo de forma nocturna para evitar las evaporaciones.

Se considera que la forma de riego es la correcta, se estudiará más adelante distintas maneras de optimizar el mismo contando con los mismos sistemas que se tiene actualmente.



## 2.2.5 INSTALACIÓN DE ENVOLVENTE DEL EDIFICIO

Debido a la peculiar arquitectura del edificio, resulta interesante resaltar los aspectos más representativos de la envolvente del mismo que pueden afectar a la eficiencia energética del edificio.

El edificio cuenta con unos pórticos o machones que protegen de la radiación solar directa en las orientaciones Este y Oeste. Los pórticos se separan de la fachada convirtiéndose, junto con la cubierta, en un parasol de la edificación de ladrillo que se desarrolla bajo su protección alojando los espacios docentes.

Los machones que forman la fachada porticada sostienen un plano de cubierta que crea un soportal de tres alturas que protegen del sol.

En la fachada Oeste los machones giran 45º para adaptarse mejor a los rayos solares rasantes del ocaso.



Ilustración 10.- Fotografía de los machones de la Fachada Oeste del Edificio 17 de la Universidad Carlos III

En la fachada Sur, los escasos huecos están protegidos por lamas orientables de aluminio lacado, igual que el resto de huecos y redacciones para conseguir la oscuridad total para proyecciones multimedia.

En esencia el edificio se genera a partir de un núcleo central dedicado a plató para televisión de 140 m<sup>2</sup> y 6 metros libres de altura.

Adosado al plató y formando parte del núcleo central, un espacio de doble altura iluminado centralmente por unas grietas de luz o lucernario actúa como gran vestíbulo del centro, incorporando dos amplias escaleras que comunican la planta primera.



Ilustración 11.- Fotografía interior del vestíbulo del Edificio 17 de la Universidad Carlos III



Ilustración 12 Fotografía del lucernario del vestíbulo

En esencia el edificio se ha proyectado para aprovechar la luz solar en la zona del vestíbulo. En las demás zonas del edificio para proteger las aulas y despachos de la incidencia solar se han utilizado los pórticos y las lamas en ventanas.

Las medidas de ahorro energético irán enfocadas al aprovechamiento de la luz natural en zonas de pasillo, mediante la regulación o eliminación de las lamas de ventanas y mediante el cambio del factor solar de los vidrios que nos permita aprovechar la luz solar evitando las radiaciones solares.



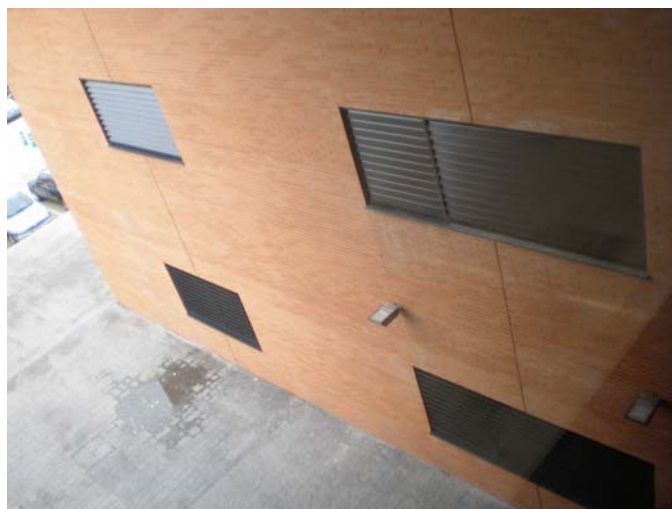


Ilustración 13 Fotografía de lamas en ventanas en Edificio 17 de la Universidad Carlos III

Se ha revisado el estudio de cargas térmicas del edificio y la elección de los equipos de producción de frío y calor para combatir dichas cargas térmicas, resultando adecuado.

Se expone el resumen de dicho estudio:

Tabla 12 Resumen de resultados del cálculo de carga de refrigeración total del edificio

CARGA REFRIGERACION TOTAL	
Área (m <sup>2</sup> )	4030,9
Volumen (m <sup>3</sup> )	13076,8
Gsc (W) Ganancia solar cristal	32388
Tpt(W) Transmisión paredes y techo	14114
Tept (W) Transmisión excepto paredes y techo	93542
Cis (W) Calor interno sensible	347948
Aes (W) Aire exterior sensible	149343
Cil (W) Calor interno latente	98025
Ael (W) Aire exterior latente	15640
RSHF Factor de calor sensible de la zona	0,833
Refrigeración (W)	750999

De acuerdo a la carga máxima simultánea obtenida de 750,99 Kw. se ha instalado un grupo frigorífico de condensación por aire con una potencia total de 782 Kw.



Tabla 13 Resumen de resultados del cálculo de carga de refrigeración total del edificio

CARGA CALEFACCIÓN TOTAL	
Área (m <sup>2</sup> )	4030,9
Volumen (m <sup>3</sup> )	13076,8
Tae (W), Transmisión ambiente exterior	108944
Tol (W), Transmisión otros locales	118039
Ipv (W), Infiltraciones puertas y ventanas	75132
Vae (W), Ventilación aire exterior	510053
Cargas calefacción (W)	812167

La carga de calefacción simultánea a combatir es de 812 Kw., valor que se ha corregido teniendo en cuenta la acción de los recuperadores de energía de los climatizadores (156Kw), obteniendo una carga de 656 Kw., se ha seleccionado para la producción de agua caliente un generado autónomo de calor de 680 Kw.



## 2.3 CONSUMO ENERGÉTICO ACTUAL

El consumo energético del edificio supone uno de sus gastos principales. La abundante maquinaria y la constante iluminación son piezas fundamentales en la rentabilidad de la misma.

Por otra parte, no siempre un mayor consumo energético equivale a un mejor servicio.

Se conseguirá un grado de eficiencia óptima cuando el consumo y el confort estén en la proporción adecuada.

Desde este punto de vista, mediante una pequeña contabilidad energética a partir de los consumos anuales de energía eléctrica, agua y gas, se pueden obtener los ratios de consumo energético del edificio y podrán ser extrapolables a edificios de características funcionales similares dentro de la universidad.

A partir de las facturas de electricidad y de los consumos de gas y agua facilitados por el responsable de mantenimiento del edificio se obtiene el total de energía consumida en un año.

Se podrá estudiar el peso de cada una de las energías consumidas sobre el total de energía. De esta manera se podrá priorizar en las diferentes medidas de eficiencia energética a considerar.

En la siguiente tabla, se reflejan los consumos energéticos anuales.

Tabla 14.- Consumo energético actual. Año 2007.- Edificio 17.

Tipo de Energía	Consumo anual	Coste anual (% sobre el coste total)	Coste unitario
Agua	3.732,00 m <sup>3</sup>	4,68 %	1,19 €/ m <sup>3</sup>
Energía Eléctrica	745.566,00 Kwh.	77,21 %	0,10 €/Kwh
Gas Natural	49.017,00 m <sup>3</sup>	18,09 %	0,35 €/ m <sup>3</sup>



### 2.3.1 CONSUMO DE AGUA

Con el estudio de las facturas de agua del edificio se pretende obtener una visión general del consumo de agua del edificio y cuándo se produce un mayor consumo.

Solo se dispone de un único contador, tanto para agua de consumo como para agua de riego, por lo que no podemos discriminar ambos consumos de la factura final.

En la tarifa del agua distinguimos servicios que presta el Canal de Isabel II o, en su caso, que gestiona por acuerdo con los Ayuntamientos, y usos a los que se destina el agua. Los servicios están relacionados directamente con el ciclo del agua.

Estos servicios se facturan bimestralmente a través de:

- Una cuota de servicio que garantiza la disponibilidad del servicio y que se factura independientemente haya o no consumo.
- Una parte variable, en función del consumo realizado en el bimestre.

Encontramos por lo tanto en la factura diferentes conceptos de tarificación:



Figura 14 Conceptos de tarificación en facturas de agua

- Aducción

La tarifa de aducción comprende las funciones de captación y embalse del agua mediante presas, su posterior tratamiento para adecuarla al consumo humano y su transporte a través de conducciones hasta los depósitos.

Para hacer posible esta fase del ciclo del agua, la tarifa aplicable a la aducción consta de dos partes, una Cuota de Servicio y una parte variable en función del consumo de agua (Parte Variable).



- Distribución

Esta fase comprende el transporte del agua desde los depósitos de los municipios hasta las acometidas particulares a través de las redes de tuberías.

Al igual que la aducción, esta fase consta de dos partes: una Cuota de Servicio y otra parte variable en función del consumo de agua (Parte Variable).

- Depuración

En el proceso de depuración, el agua es tratada para devolverla a los cauces de los ríos cumpliendo los compromisos de calidad medioambiental. Se trata de una etapa fundamental del ciclo del agua, ya que los esfuerzos se centran en recuperar las condiciones que el agua tenía antes de ser utilizada.

Para alcanzar este objetivo se aplica una tarifa que, al igual que en otras fases del ciclo, consta de una Cuota de Servicio y otra parte variable en función del consumo.

- Saneamiento.

La tarifa de saneamiento se destina a recoger las aguas residuales y pluviales para su transporte hasta las estaciones de depuración.

El Canal de Isabel II aplicará las tarifas de alcantarillado en aquellos municipios donde gestiona este servicio.

La tarifa aplicable en esta fase también consta de dos partes: una Cuota de Servicio y otra parte variable en función del consumo de agua (Parte Variable).



En las siguientes tablas se muestran los valores bimensuales del consumo de agua en m<sup>3</sup>.

Tabla 15. Consumo de agua y facturación. Año 2007. Edificio 17.

Periodo	Consumo total [m <sup>3</sup> ]	Factura ( % del Coste Total)	Coste unitario (€/m <sup>3</sup> )
1º bimestre.- Diciembre- Enero	241	6,8 %	1,27
2º bimestre.- Febrero- Marzo	348	9,5 %	1,21
3º bimestre.- Abril- Mayo	655	17,26 %	1,17
4º bimestre.- Junio- Julio	1.064	28,23 %	1,18
5º bimestre.- Agosto- Septiembre	1.033	27,44 %	1,18
6º bimestre.- Octubre- Noviembre	391	10,60 %	1,21
<b>TOTAL</b>	<b>3.732</b>	<b>100 %</b>	<b>1,19</b>

Trasladando los valores a una gráfica se obtiene de forma inmediata la curva del consumo anual de Agua del Edificio 17 de la Universidad Carlos III.

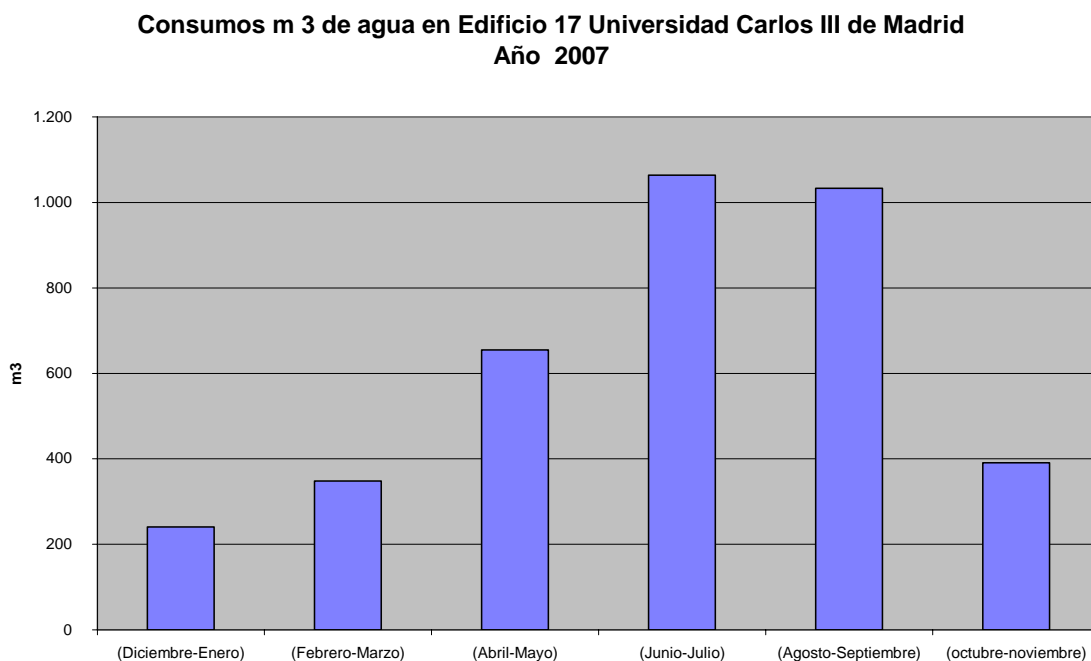


Figura 15 Consumos de Agua. Año 1007. Edificio 17.

Se observa un mayor consumo de agua en los meses de verano asociado al riego de las zonas verdes colindantes al edificio.

Se podría extrapolar de esta gráfica que el consumo humano sería el equivalente al consumo de agua de los meses de Diciembre- Enero donde el riego es mucho menor.



### 2.3.2 CONSUMO ELÉCTRICO

Con el estudio de las facturas eléctricas del edificio se pretende obtener una visión general del consumo eléctrico actual del edificio y cuándo se produce un mayor consumo. No se pretende estudiar en este punto el tipo de tarificación eléctrica, este punto se estudiará con detenimiento más adelante. Se pretende conocer el consumo eléctrico del edificio y las principales instalaciones consumidoras de esta energía.

Un estudio pormenorizado de nuestros consumos y demandas energéticas nos indicará las variables sobre las que hay que actuar prioritariamente, a fin de conseguir la mayor efectividad con el menor esfuerzo económico.

El edificio dispone de un centro de transformación propio, por lo que el suministro es en alta tensión.

Los términos actuales de la contratación eléctrica son los siguientes:

- Compañía distribuidora y comercializadora.- Unión FENOSA
- Tensión acometida.- Alta Tensión, no superior a 36kv
- Tipo de tarifa: Tarifa de acceso 6.1
- Discriminación horaria: 6 periodos de discriminación horaria
- Potencia contratada en cada periodo: 451kw
- Precio Kwh.: 8,5376 cents./Kwh.

Los conceptos de facturación que aparecen en la factura son:

- Energía activa total, que se establece en un precio de 8,5376 cents./Kwh.
- Impuesto Eléctrico.- 4,864 %
- Impuesto valor añadido.- IVA.- 16%

A través de las facturas mensuales de la Compañía Suministradora se obtiene la curva de consumo anual de energía eléctrica.





En la siguiente tabla se muestran los consumos mensuales en el año 2007.

Tabla 16.- Consumos Mensuales de Electricidad. Año 2007. Edificio 17.

<b>Periodo</b>	<b>Consumo Total Kwh.</b>	<b>Factura Total %</b>
<b>Enero</b>	63.073,00	5,80 %
<b>Febrero</b>	55.337,00	5,07 %
<b>Marzo</b>	66.811,00	9,49 %
<b>Abril</b>	50.004,00	7,10 %
<b>Mayo</b>	54.219,00	7,70 %
<b>Junio</b>	72.291,00	10,27 %
<b>Julio</b>	82.151,00	11,67 %
<b>Agosto</b>	56.292,00	7,99 %
<b>Septiembre</b>	65.756,00	9,3 %
<b>Octubre</b>	61.864,00	8,79 %
<b>Noviembre</b>	59.770,00	8,49 %
<b>Diciembre</b>	57.998,00	8,24 %
<b>TOTAL</b>	745.566,00	100 %



Trasladando estos valores a una gráfica se obtiene la curva del consumo anual de energía eléctrica del Edificio 17.

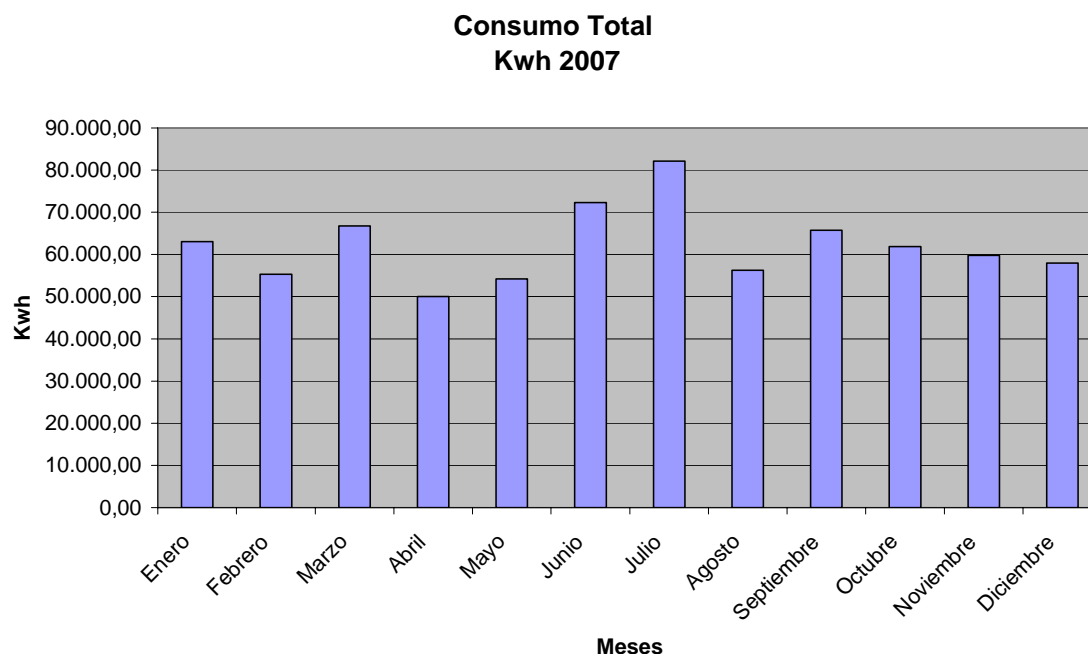


Figura 16 Consumo Eléctrico Total. Año 2007. Edificio 17.

Se observa un consumo eléctrico constante a lo largo del año con un incremento en la época veraniega. Como veremos más adelante uno de los elementos consumidores de energía eléctrica más importante es el sistema de producción de frío del edificio.

Total energía y facturación en electricidad en el año 2007:

Tabla 17.- Consumo de Energía. Año 2007. Edificio 17.

Electricidad	TOTAL
Consumo Total.	745.566,00 Kwh.



### 2.3.2.1 POTENCIAS INSTALADAS EN EL EDIFICIO

Es importante conocer la distribución de potencias de los distintos elementos del edificio que son consumidores de energía eléctrica.

Tabla 18 Resumen de potencias instaladas en el edificio 17

SERVICIO	EQUIPO	POTENCIA (Kw.)	SUBTOTAL (Kw.)
GENERADOR DE FRIO Y CALOR	Generador de Calor	0,6	255,6
	Generador de Frío	255	
BOMBAS	Bombas Primario Agua fría	11	33,68
	Bombas secundario climatizadores frío	8	
	Bombas secundario fan-coils frío	6	
	Bombas secundario utas calor	1,5	
	Bombas secundario fan-coils calor	3	
	Bombas secundario caja VAV	1,1	
	Bombas primario suelo radiante	0,18	
	Bombas secundario suelo radiante	0,7	
	Bombas primario roof-top	2,2	
VENTILADORES	Climatizador CL_1	15	100,51
	Climatizador CL_2	16,5	
	Climatizador CL_3	20,5	
	Climatizador CL_4	7,7	
	Climatizador CL_5	2,2	
	Climatizador CL_6	3,75	
	Climatizador CL_7	5,5	
	Climatizador CL_8	2,2	
	Climatizador CL_9	1,87	
	Fan-coils	15,87	
	Extractores garaje	8,5	
	Extractores aseos	0,92	
ALUMBRADO	Planta Sótano	10,7	59,04
	Planta Baja	14,5	
	Planta Primera	14,47	
	Planta Segunda	17,57	
	Planta cubierta	1,8	
<b>TOTALES</b>			<b>448,83</b>



El siguiente gráfico muestra el reparto de potencias instaladas por servicio:

### Distribución de potencias por servicios (kW eléctricos)

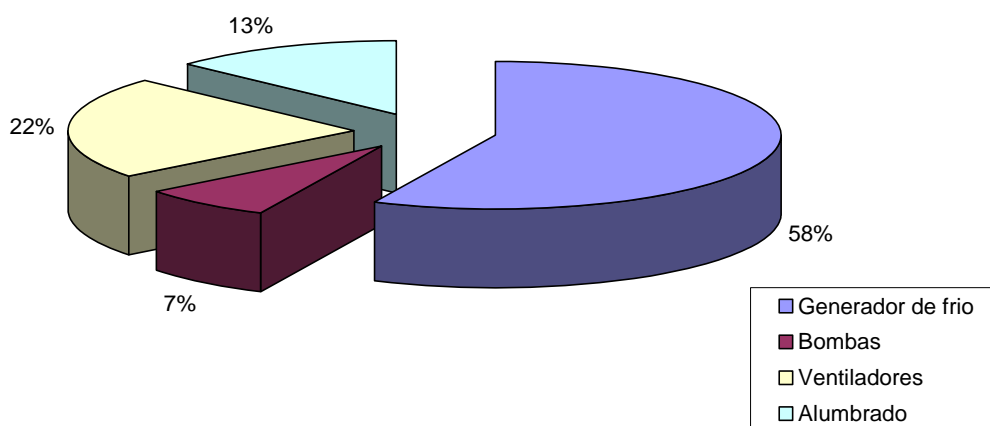


Figura 17.- Reparto de potencias instaladas por servicio en el Edificio 17

Se observa que el mayor peso sobre el consumo eléctrico recae sobre la climatización como es la enfriadora y ventiladores.

El gráfico sobre distribución de potencias sólo nos indica qué equipos consumen mayor electricidad, con la salvedad de que no todos están siempre en funcionamiento. Es decir, la enfriadora supone más del 50% del total de la potencia instalada, sin embargo, su uso se limita a la época veraniega. Mientras que el alumbrado se utiliza durante todo el año y supone un 13% del total instalado. De tal manera que cualquier actuación sobre la enfriadora supondría un ahorro que se vería reflejado en las facturas de Julio, Agosto, mientras que las actuaciones en alumbrado se verían reflejadas a lo largo de todo el año.



### 2.3.3 CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Con el estudio de las facturas de gas natural del edificio se pretende obtener una visión general del consumo de gas natural actual del edificio. Las calderas son las únicas consumidoras de este tipo de combustible.

El combustible empleado es el Gas Natural.

Los términos actuales de la contratación de gas son los siguientes:

- Compañía distribuidora y comercializadora.- Unión FENOSA
- Tipo de tarifa: Tarifa 3.4
- Factor de conversión: 11 Kwh./ m<sup>3</sup> (Media)

Es el factor que ajusta el poder calorífico del gas natural suministrado durante el periodo de facturación con respecto al poder calorífico de referencia. El poder calorífico del gas permite convertir la lectura del contador en m<sup>3</sup> (unidad de volumen) a Kwh. (unidad de energía en la que se expresan las tarifas). Para efectuar esta conversión el coeficiente utilizado deberá tener en cuenta las condiciones de medida del punto de suministro y el poder calorífico superior en fase gas medido a 0º C y 760 Mm. de columna de mercurio.

Los consumidores adscritos a la tarifa 3.4 son consumidores conectados a gasoducto cuya presión de diseño sea inferior o igual a 4 bares y cuyo consumo en Kwh. al año sea mayor de 100.000 Kwh.

Los conceptos de facturación que aparecen en la factura son:

- Termino fijo .- €/cliente/mes.- 63,13 €/mes
- Término variable €/Kwh.- 3,072 cents./Kwh.
- Alquiler del Equipo de Medida, que viene regulado según orden ministerial.
- Descuento sobre tarifa, ofrecida en este caso por Union FENOSA.



En la siguiente tabla se muestran los valores mensuales del consumo de Gas Natural en m<sup>3</sup>.

Tabla 19.- Consumo mensual Gas Natural. Año 2007. Edificio 17.

Periodo	Consumo Total m <sup>3</sup>	Factura Total %
Enero	6340	12,69 %
Febrero	12373	25,06 %
Marzo	8721	17,66 %
Abril	9889	19,84 %
Mayo	1217	2,73 %
Junio	0,00	0,00 %
Julio	0,00	0,00 %
Agosto	0,00	0,00 %
Septiembre	0,00	0,00 %
Octubre	0,00	0,00 %
Noviembre	5094	10,61 %
Diciembre	5383	11,37 %
TOTAL	49017	100 %



Trasladando los valores a una gráfica se obtiene de forma inmediata la curva del consumo anual de Gas Natural del Edificio 17.

En el siguiente gráfico se representa dicha curva, expresado el consumo en términos de  $\text{m}^3$

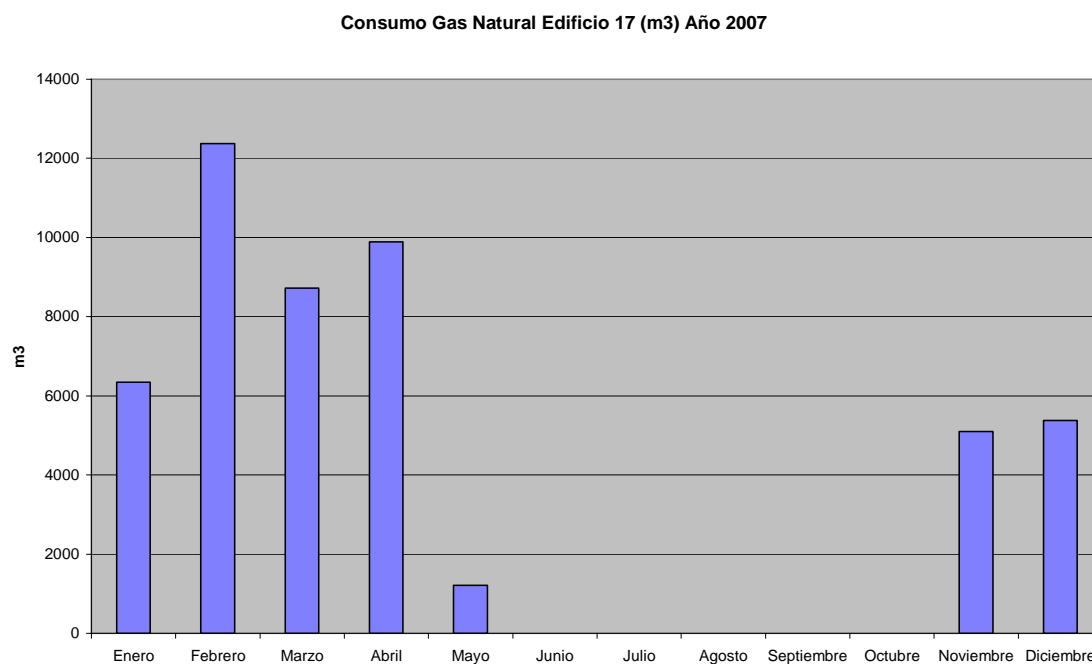


Figura 18. Consumo Gas Natural expresado en  $\text{m}^3$  Año 2007. Edificio 17

Se observa como es lógico un mayor consumo en los meses de invierno, ya que el consumo es debido a las calderas.



En el siguiente gráfico se representa el consumo expresado en términos de Kwh.

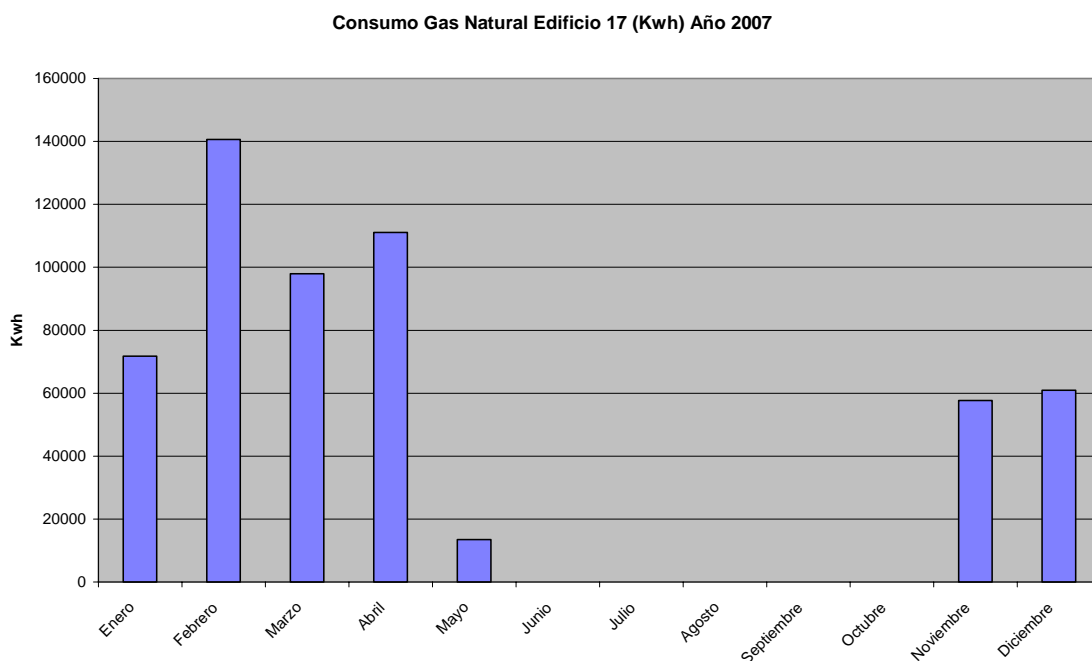


Figura 19. Consumo Gas Natural expresado en Kwh. Año 2007. Edificio 17

Total energía y facturación en combustible en el año 2007:

Tabla 20 Consumo de Energía Año 2007. Edificio 17.

Gas Natural	TOTAL
Consumo Total m <sup>3</sup>	49.017 m <sup>3</sup>
Consumo Total Kwh.	553.425 Kwh.





### 2.3.4 DISTRIBUCIÓN CONSUMO ENERGÉTICO ACTUAL

Como veremos a continuación en el edificio 17 se consume, esencialmente, energía eléctrica para el consumo de maquinaria, alumbrado, bombeo de agua, ventilación, etc. A la hora de realizar la distribución del consumo energético podremos observar que es, sin duda, dicha la partida la principal consumidora.

Los principales esfuerzos a la hora de realizar inversiones en ahorro energético, han de ir dirigidos a la reducción de dicho consumo, bien mediante la utilización de tecnologías más eficientes, bien mediante la elección de la tarifa más adecuada.

A partir de los datos de facturación mensual podemos obtener la siguiente curva donde se indica la distribución del consumo en Kwh. a lo largo de los meses y la comparativa de aportación de cada una de las fuentes de energía, Electricidad o Gas Natural.

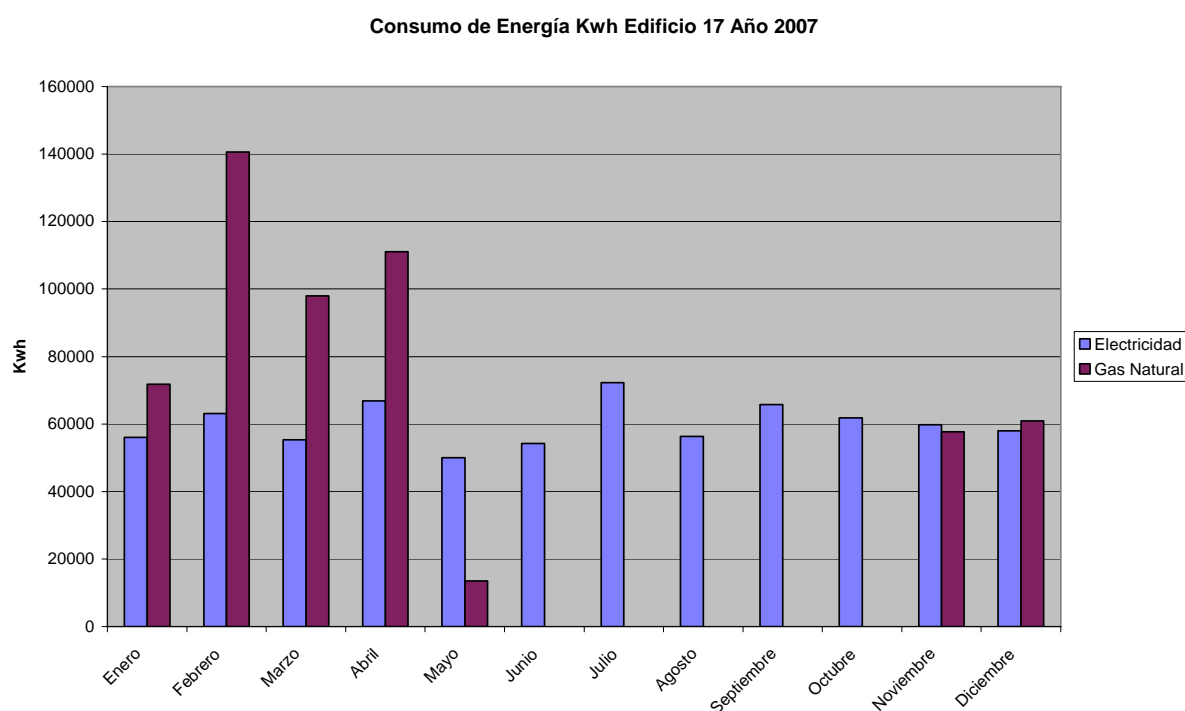


Figura 20. Consumo de Energía Eléctrica y Gas Natural. Año 2007. Edificio 17



La distribución anual del consumo de ambas fuentes de energía quedaría de la siguiente forma:

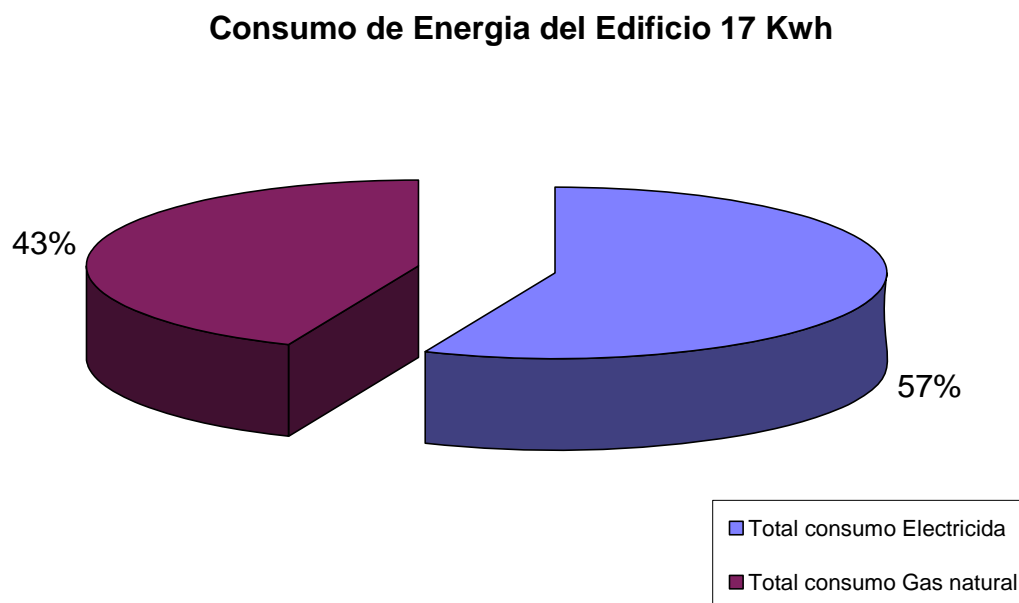


Figura 21 Porcentaje de consumo anual de Energía Eléctrica y Gas Natural. Año 2007. Edificio 17.

Se observa que existe un mayor consumo de electricidad que de gas natural.

Aunque el peso del consumo de Electricidad sobre el total no es mucho mayor que el consumo de Gas Natural, si podemos afirmar que la electricidad se consume a lo largo de todo el año.



Por otro lado, no podemos comparar desde el punto de vista energético las tres variables de consumo. El consumo de agua se expresa en m<sup>3</sup>. Al tratarse de agua fría no supone tampoco ningún gasto en ningún tipo de energía para calentarla. Para ver el peso sobre el total que tiene el consumo de agua, consumo de gas natural y consumo de electricidad tendremos que hacerlo desde el punto de vista económico.

La distribución de la facturación de energía a lo largo de los meses quedaría de la siguiente forma.

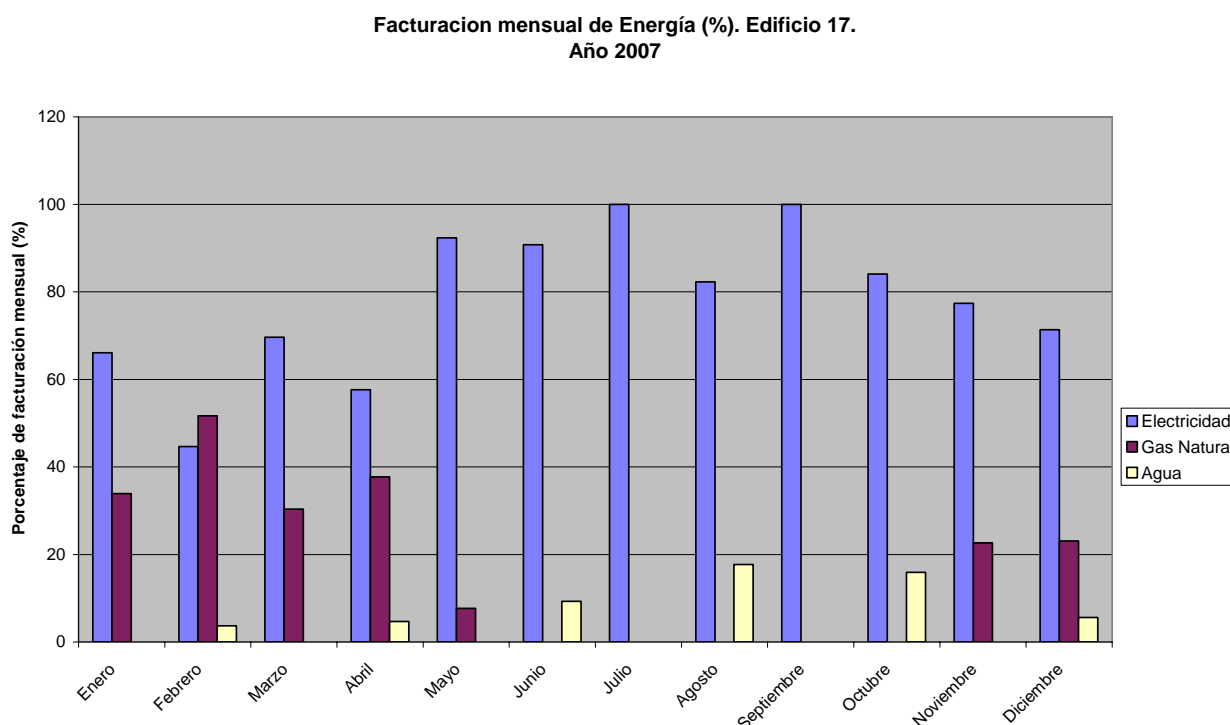


Figura 22 Facturación Mensual de Energía. Edificio 17.



La distribución anual de la facturación de todas las fuentes de energía quedaría de la siguiente forma, donde se puede observar el peso, en cuanto a facturación que tiene cada una de las fuentes de energía estudiadas.

### **Distribucion Anual de la Facturacion del Edificio 17 Año 2007**

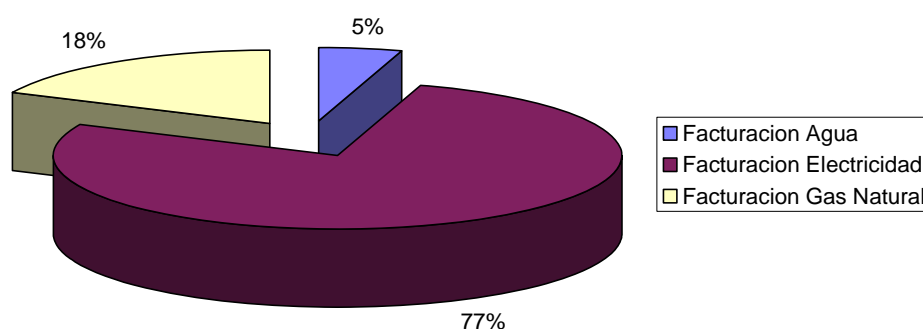


Figura 23 Porcentaje de consumo anual de facturación de energía. Año 2007. Edificio 17

En esta gráfica se observa que el peso en cuanto a facturación de electricidad es mucho mayor que en el caso de gas natural, si bien, en cuanto a consumo de energía no está tan distanciado.

Sin duda, la prioridad en las distintas medidas de ahorro energético comenzará por el ahorro en consumo eléctrico.



### **3 MEDICIONES REALIZADAS**

Una vez conocidas las instalaciones a auditar, es necesario realizar una serie de mediciones centradas en los diferentes campos o posibles puntos de ahorro para conocer cómo se comportan las instalaciones.

Para las instalaciones de fontanería y enfocado al ahorro de agua, se realizarán las medidas de temporización de grifos y fluxores.

Para las instalaciones eléctricas es necesario saber cómo se consume la energía a lo largo del tiempo para lo cual utilizaremos los datos aportados por los analizadores de redes del cuadro general de baja y del cuadro general de climatización.

Para las instalaciones térmicas es necesario conocer cómo funcionan las calderas, a través de los datos obtenidos por las mediciones de humos de calderas, así como los datos de temperaturas del edificio que nos ofrecen la tendencia térmica del mismo.

También se han realizado fotografías termográficas del cuadro general de baja y de la envolvente del edificio. Nos ayudará a detectar alguna anomalía en los cuadros eléctricos y a conocer el aislamiento térmico del edificio.

Se pretende realizar las mediciones necesarias para el estudio de las diferentes medidas de ahorro energético que se realizarán más adelante.



### 3.1 MEDICIONES EN INSTALACIONES DE FONTANERÍA

Las instalaciones del edificio consumidoras de agua son:

- Instalaciones de riego.

Se estudiará más adelante con mayor detenimiento distintas medidas de eficiencia energética enfocada al ahorro de agua en el riego.

- Instalaciones de grifos y fluxores.

Se han realizado las medidas sobre la temporización de los grifos y de los fluxores, obteniendo unos valores adecuados.

Se exponen a continuación dichos valores y el gasto actual de agua por grifo y fluxor en cada uso.

Tabla 21. Temporización grifos y fluxores

Elemento	Caudal (l/s)	Temporización grifos (segundos)	Temporización fluxores (segundos)	Consumo cada uso (litros)
Fluxores	0,2	0	15	3
Grifos	0,2	5	0	1

Los equipos o grifos temporizados, vienen a cubrir una de las mayores preocupaciones en lugares públicos: los daños causados por el vandalismo, la necesidad de una durabilidad elevada por su alta utilización y el exceso de consumo por el olvido de cerrar la grifería.

La gran mayoría de los fabricantes pone tiempos excesivamente largos a los equipos, lo que genera, en muchas ocasiones, hasta tres activaciones por usuario, entre 12 y 18 segundos cada una, cuando con una pulsación de 6 segundos sería ideal para evitar la salida de agua en tiempos intermedios de enjabonados, frotado y aclarado.

Podemos afirmar que la temporización de los grifos del edificio 17 es la correcta.

Los fluxores vienen a ser como los grifos temporizados para los inodoros. Estos equipos utilizan el mismo principio de funcionamiento que los grifos temporizados, estando pensados para sitios públicos de alto tránsito.



Se ha medido una buena temporización en fluxores que limita el consumo de agua en 3 litros por uso.

Uno de los problemas más habituales en fluxores es la ausencia de mantenimiento de los equipos, cuando con un simple desmontaje, limpieza y engrase con glicerinas específicas, quitando las posibles obstrucciones de las tomas, se puede hacer que el equipo esté como el primer día y evitando que el eje o pistón se quede agarrotado y /o por sedimentación que tarde mucho en cerrar el suministro. No se han observado este tipo de problemas en el edificio 17. La presión de trabajo medida en el circuito de fluxores es de 5, 5 bares considerando que es la correcta.

Aunque las medidas realizadas sobre temporización en grifos y fluxores son correctas se estudiarán más adelante con mayor detenimiento distintas medidas de eficiencia energética enfocada al ahorro de agua en consumo humano.

### **Conclusiones:**

Después de las mediciones realizadas sobre la instalación se considera correcta la temporización de grifos y fluxores. Las medidas de ahorro o eficiencia energética se enfocarán a la disminución del consumo de agua.



## 3.2 MEDICIONES EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Las mediciones realizadas sobre las instalaciones eléctricas se centran en:

- Consumo de Energía Eléctrica a lo largo del tiempo. Es necesario conocer cómo se consume la electricidad en el edificio, para ello contamos con los datos de los analizadores de redes situados en el cuadro eléctrico del edificio.
- Eficiencia Energética en Alumbrado. Para poder tomar alguna medida de eficiencia energética sobre alumbrado es necesario conocer los niveles de luminosidad del edificio de esta manera se estudiará el dimensionado en alumbrado del mismo y se sabrá si es suficiente o superior el nivel de luminosidad exigido por la norma.
- Inspección del cuadro General de Baja.

### 3.2.1 MEDICIONES CON ANALIZADORES DE REDES

El edificio cuenta con tres analizadores de redes y un sistema que recoge los datos de los mismos y permite realizar históricos de los distintos parámetros almacenados.

Los datos aportados por el departamento de Mantenimiento de la Universidad Carlos III son los relativos a las curvas diarias y por hora de Energía Activa de los Analizadores de Red, Climatización y UPS. Desde el 1 de Diciembre de 2008 hasta 15 de Diciembre de 2008 y desde el 1 de Julio de 2008 hasta 15 de Julio de 2008.

De esta manera podremos estudiar el comportamiento y el consumo eléctrico en invierno y en verano.

Nos centraremos en los datos aportados por el analizador de red general y el de climatización.

Al tratarse de datos de energía activa por hora (Kwh./h) , en realidad lo que tenemos son los datos de potencia (Kw.).

Simplemente con realizar la suma acumulada de estos datos obtenemos la Energía Activa.





De las gráficas aportadas por los analizadores de redes y que se adjuntan en el **Anexo II** del presente documento, se obtienen los datos semanales de la época de invierno y de la época de verano que se exponen a continuación:

Tabla 22.- Datos de Potencia (Kw.) del Analizador de Red desde 1/07/08 hasta 07/07/08

Fecha	01/07/2008	02/07/2008	03/07/2008	04/07/2008	05/07/2008	06/07/2008	07/07/2008
Hora	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes
0:00	28	30	19	32	30	29	35
1:00	30	30	30	35	33	33	35
2:00	30	29	29	32	29	30	30
3:00	29	28	29	30	29	29	30
4:00	30	29	28	32	30	28	30
5:00	36	35	35	39	29	29	38
6:00	46	45	49	51	28	28	50
7:00	61	61	62	68	26	26	65
8:00	145	136	140	135	27	26	135
9:00	209	169	160	155	26	25	118
10:00	217	193	159	172	26	26	132
11:00	225	219	162	195	27	26	159
12:00	227	212	165	221	26	25	174
13:00	239	220	170	219	25	26	182
14:00	245	215	152	218	26	25	190
15:00	241	208	152	217	25	26	155
16:00	235	209	152	218	26	26	148
17:00	231	200	149	218	26	25	148
18:00	202	186	137	195	26	25	138
19:00	95	92	77	88	25	26	80
20:00	58	58	55	51	26	25	51
21:00	54	49	55	49	27	26	51
22:00	51	29	30	29	28	28	32
23:00	55	29	32	30	29	29	31



Tabla 23.- Datos de Potencia (Kw.) del Analizador de Climatización desde 01/07/08 hasta 07/07/08

Fecha	01/07/2008	02/07/2008	03/07/2008	04/07/2008	05/07/2008	06/07/2008	07/07/2008
Hora	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes
0:00	1	1	1	1	1	1	1
1:00	1	1	1	1	1	1	1
2:00	1	1	1	1	1	1	1
3:00	1	1	1	1	1	1	1
4:00	1	1	1	1	1	1	1
5:00	1	1	1	1	1	2	1
6:00	1	1	2	1	1	1	1
7:00	18	18	18	18	1	1	18
8:00	79	75	73	70	1	1	79
9:00	109	77	60	58	1	1	58
10:00	109	89	58	68	2	1	62
11:00	115	105	59	85	1	1	68
12:00	119	100	63	109	1	1	79
13:00	126	109	69	109	1	1	90
14:00	138	110	67	112	1	1	100
15:00	140	108	70	112	1	1	85
16:00	132	110	68	119	1	1	87
17:00	131	102	65	120	1	1	90
18:00	121	99	65	118	1	1	82
19:00	38	30	25	38	1	1	29
20:00	1	1	1	1	1	1	1
21:00	1	1	1	1	1	1	1
22:00	1	1	1	1	1	2	1
23:00	1	1	1	1	1	1	1



Tabla 24.- Datos de Potencia (Kw.) del Analizador de Red desde 02/12/08 hasta 08/12/08

Fecha	02/12/2008	03/12/2008	04/12/2008	05/12/2008	06/12/2008	07/12/2008	08/12/2008
Hora	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes
0:00	34	38	37	33	37	35	32
1:00	34	37	36	32	35	33	32
2:00	34	37	36	32	35	35	32
3:00	34	38	37	33	37	34	32
4:00	34	37	36	32	35	34	32
5:00	34	38	37	33	37	34	32
6:00	34	38	36	33	37	34	32
7:00	51	51	50	49	37	35	34
8:00	128	123	129	122	35	33	32
9:00	148	148	151	138	35	31	31
10:00	151	152	156	149	33	31	31
11:00	162	162	162	155	34	31	30
12:00	165	165	161	152	33	31	31
13:00	165	165	170	148	33	30	31
14:00	158	158	170	147	33	31	31
15:00	150	152	160	139	33	31	31
16:00	150	155	152	138	33	30	31
17:00	152	150	155	138	33	31	30
18:00	139	135	139	122	35	33	34
19:00	129	137	137	122	36	35	34
20:00	129	128	112	115	36	34	34
21:00	80	74	71	70	34	34	34
22:00	71	66	60	62	37	33	33
23:00	62	60	59	59	35	34	34



Tabla 25.- Datos de Potencia (Kw.) del Analizador de Climatización desde 02/12/08 hasta 08/12/08

Fecha	02/12/2008	03/12/2008	04/12/2008	05/12/2008	06/12/2008	07/12/2008	08/12/2008
Hora	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes
0:00	3	3	3	3	3	2	1
1:00	3	3	3	3	3	3	1
2:00	3	3	3	3	3	3	1
3:00	3	3	3	3	3	3	1
4:00	3	3	3	3	3	3	1
5:00	3	3	3	3	3	3	1
6:00	3	3	3	3	3	3	1
7:00	8	8	8	8	3	2	1
8:00	11	12	12	12	3	2	1
9:00	13	12	12	12	3	1	1
10:00	12	12	12	12	3	1	1
11:00	12	12	12	12	3	1	2
12:00	12	12	12	12	3	1	1
13:00	12	12	12	12	3	1	1
14:00	12	12	12	12	3	1	1
15:00	12	12	12	12	2	1	1
16:00	12	12	12	12	3	2	1
17:00	12	12	12	12	3	1	1
18:00	12	12	12	12	3	1	1
19:00	12	12	12	12	3	1	1
20:00	9	9	9	9	3	1	1
21:00	3	3	3	3	3	1	1
22:00	3	3	3	3	3	1	1
23:00	3	3	3	3	3	1	1



### 3.2.1.1 CURVAS DE CONSUMO ELÉCTRICO EN VERANO

A continuación vamos a estudiar las curvas de consumo de potencia activa de red de la semana desde del 1/07/2008 hasta el 07/07/2008.

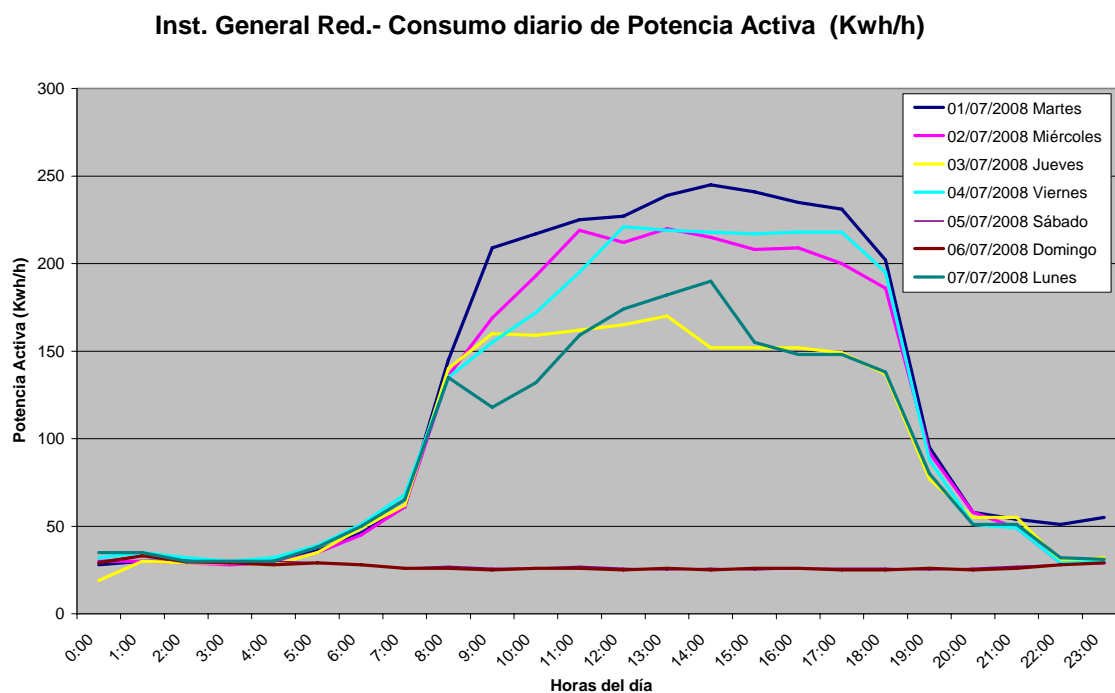


Figura 24 Consumo diario de Potencia Activa en Época Verano en Instalaciones Generales de Red

Se observa un mayor consumo de Potencia Activa de red a diario, los fines de semana se mantiene el consumo prácticamente constante

El consumo de electricidad en la época de verano se debe principalmente al consumo de:

- Enfriadora
- Bombas de circulación del circuito hidráulico de refrigeración
- Ventiladores de climatización
- Alumbrado.

Se observa que durante los días hábiles el arranque y apagado de las distintas instalaciones es igual para todos los días, antes de las 8:00 de la mañana y a partir de las 19:00 horas por la noche, el edificio entre estas horas comenzará a actuar y a consumir de forma distintas dependiendo de la demanda diaria.



El máximo de potencia alcanzado en esta semana es de 245kw muy inferior a la potencia contratada de 451 Kw.

Hay un consumo de aproximadamente 30 Kw. que se mantiene los días festivos y durante el horario nocturno de los días hábiles.

Este consumo es debido a:

- Alumbrado y sistemas de emergencia
- Alumbrado exterior

En la siguiente gráfica se representa el consumo diario de red a lo largo de una semana de verano.

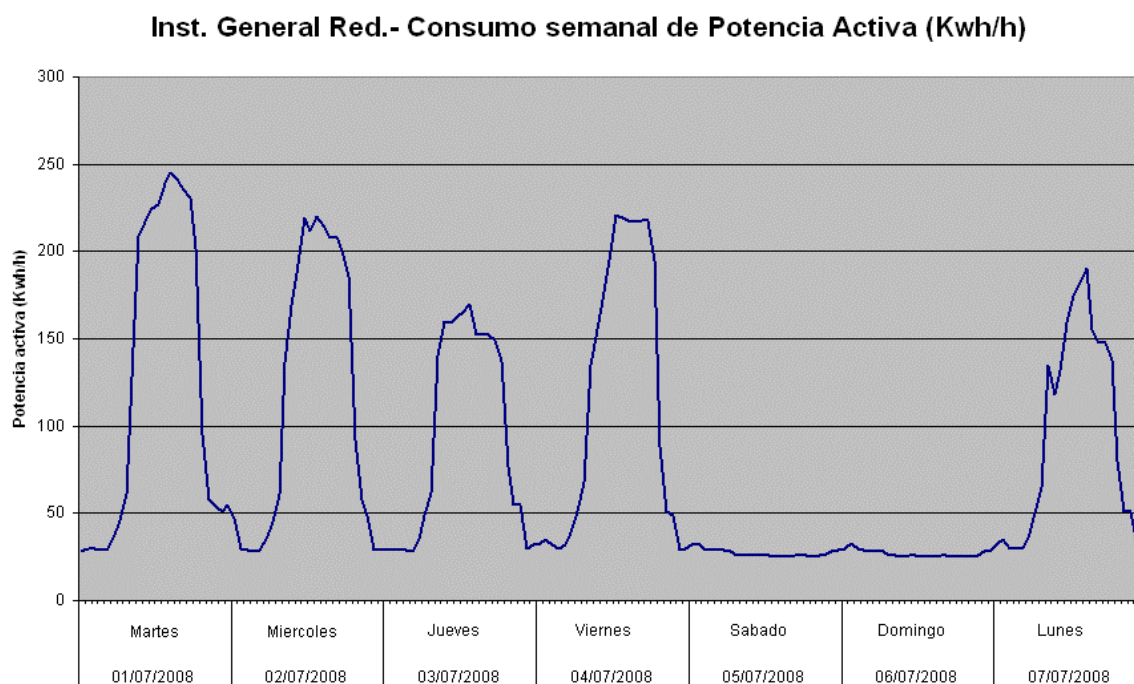


Figura 25 Consumo semanal Potencia Activa en Época de Verano en Instalaciones Generales de Red



A continuación vamos a estudiar las curvas de consumo de potencia activa de climatización de la semana desde el 1/07/2008 hasta el 07/07/2008

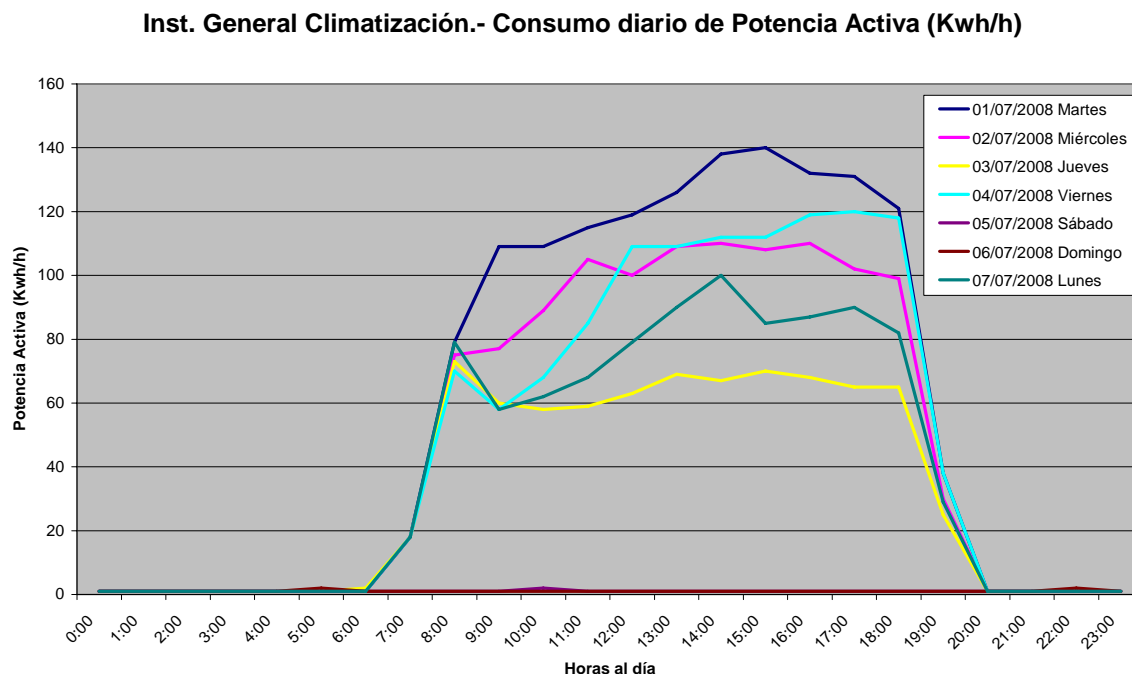


Figura 26 Consumo diario de Potencia Activa en Época Verano en Instalaciones Generales de Climatización

Se observa un mayor consumo de Potencia Activa de red a diario, los fines de semana se mantiene el consumo prácticamente constante y nulo.

El consumo de electricidad en climatización en la época de verano se debe principalmente al consumo de:

- Enfriadora
- Bombas de circulación del circuito hidráulico de refrigeración
- Ventiladores de climatización

El máximo de potencia alcanzado en esta semana en climatización es de 140 Kw.

Se observa al igual que en el caso del consumo general de red que durante los días hábiles el arranque y apagado de las distintas instalaciones es igual para todos los días, antes de las 8:00 de la mañana y a partir de las 19:00 horas por la noche, el edificio entre estas horas comenzará a actuar y a consumir de forma distintas dependiendo de la demanda diaria, en este caso, de climatización.



En la siguiente gráfica se representa el consumo diario de red a lo largo de una semana de verano

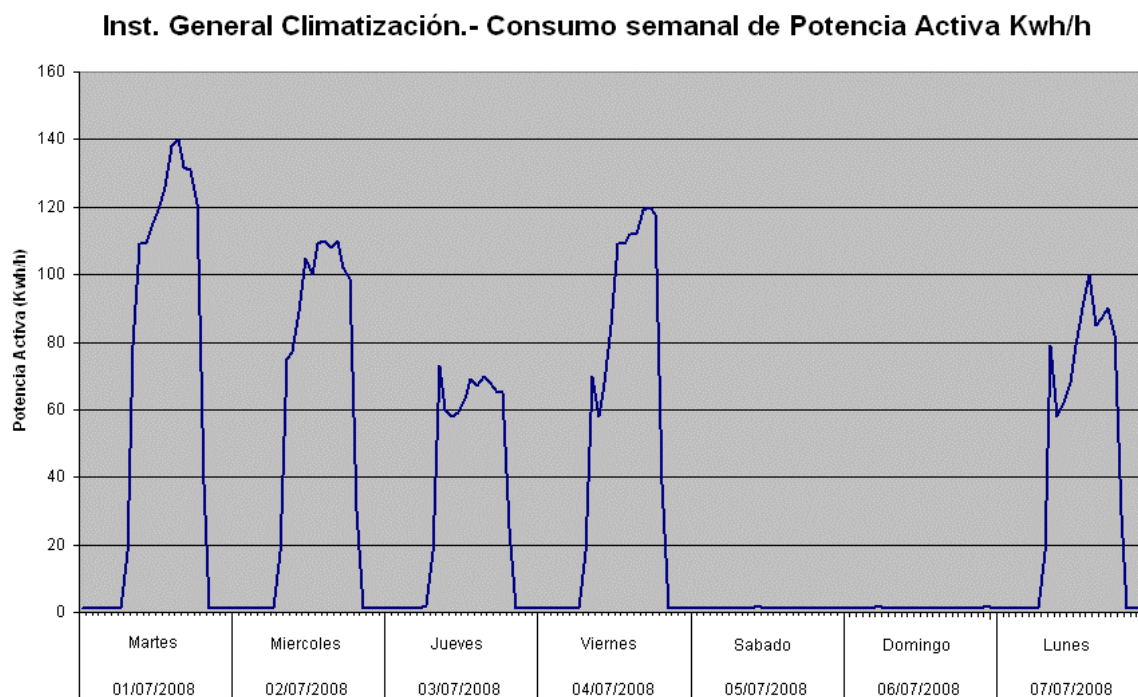


Figura 27 Consumo semanal Potencia Activa en Época de Verano en Instalaciones Generales de Climatización





A continuación se presenta las curvas comparativas semanales del consumo de electricidad de red y electricidad en climatización durante una semana de la época de verano.

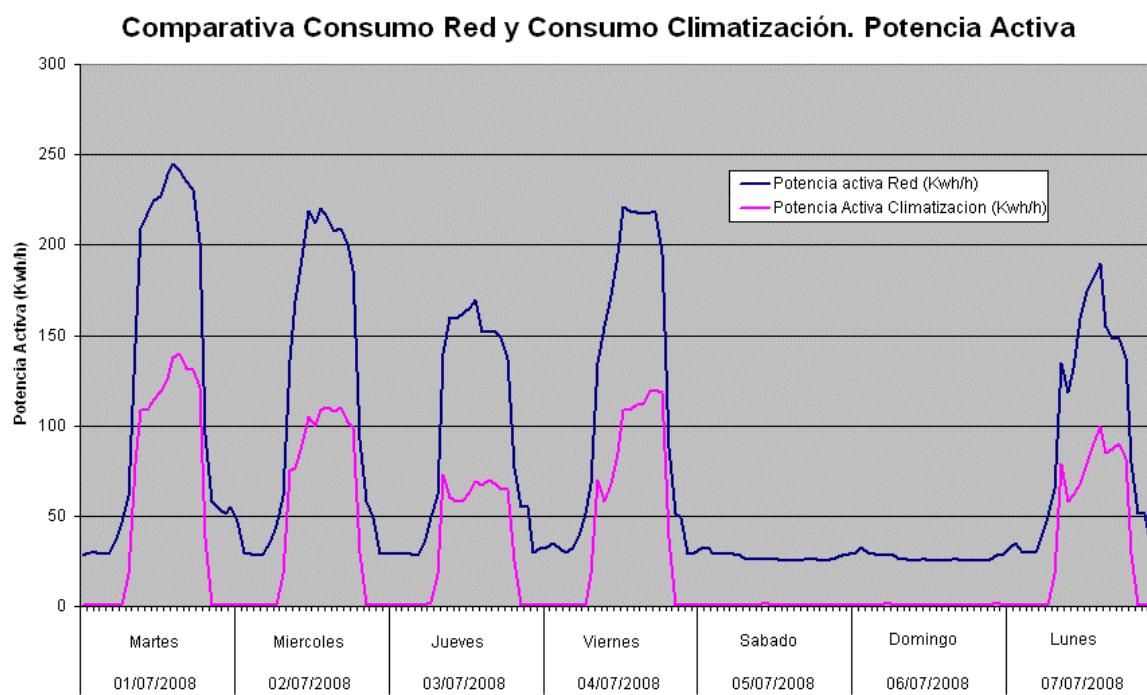


Figura 28 Comparativa de Consumo semanal de Potencia Activa de Red y de Climatización en época de verano

En esta gráfica se puede observar el peso del consumo eléctrico en climatización frente al consumo eléctrico de red total. La curva, la tendencia y los picos de consumo total de red viene marcada por el consumo de climatización, resultando prácticamente la misma curva aplicándole a esta curva de climatización un consumo constante debido al alumbrado y a los sistemas de emergencia.



A partir de los datos de Potencia Activa (Kwh./h) y realizando la suma acumulada de estos datos podemos obtener la Energía Activa (Kwh.) a lo largo de la semana de la época de Verano.

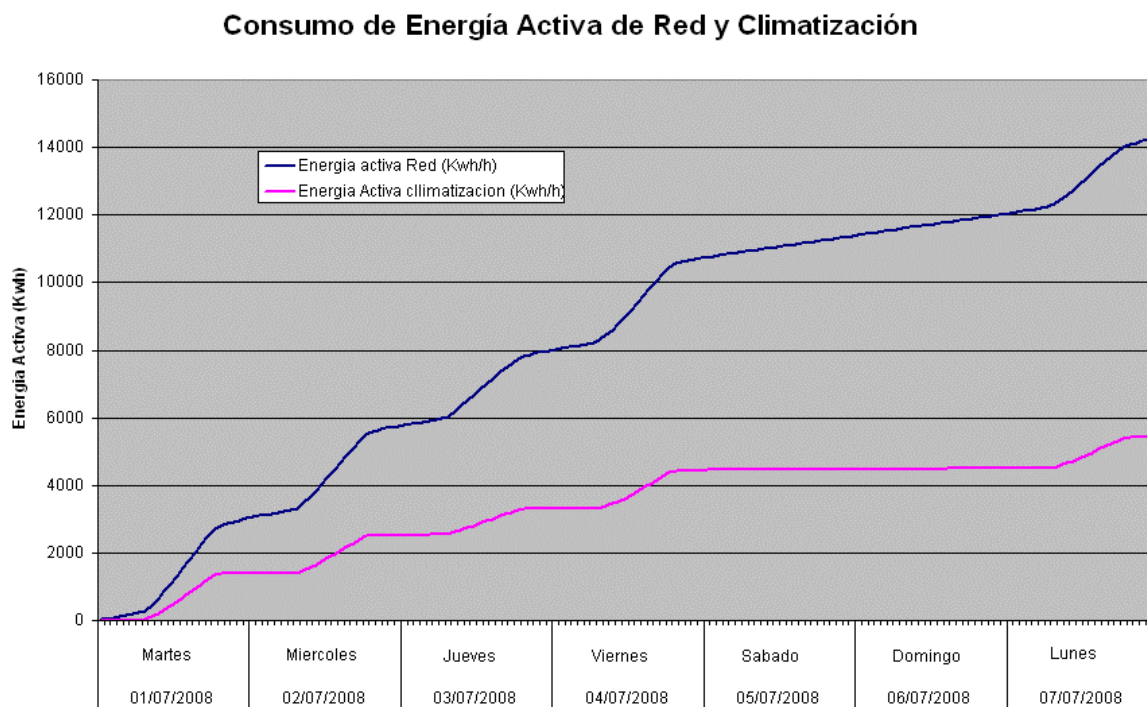


Figura 29 Consumo de Energía Activa de Red y Climatización en Época Verano

En el caso de consumo de Energía activa en climatización se observa una curva constante los días festivos lo que nos indica que no existe consumo de energía durante los fines de semana. El comportamiento a lo largo de los días hábiles es prácticamente el mismo mostrando una pendiente de consumo durante las horas laborables y una constante durante el horario nocturno.

En el caso de consumo de Energía activa de red que indica el consumo total del edificio la tendencia es parecida al caso de climatización pero existe un consumo continuado los fines de semana que es debido a los sistemas de emergencia del edificio, así como en horario nocturno los días laborables por lo que la curva en este periodo no llega a ser del todo constante.



### 3.2.1.2 CURVAS DE CONSUMO ELÉCTRICO EN INVIERNO

A continuación vamos a estudiar las curvas de consumo de potencia activa de red de la semana desde del 02/12/2008 hasta el 08/12/2008.

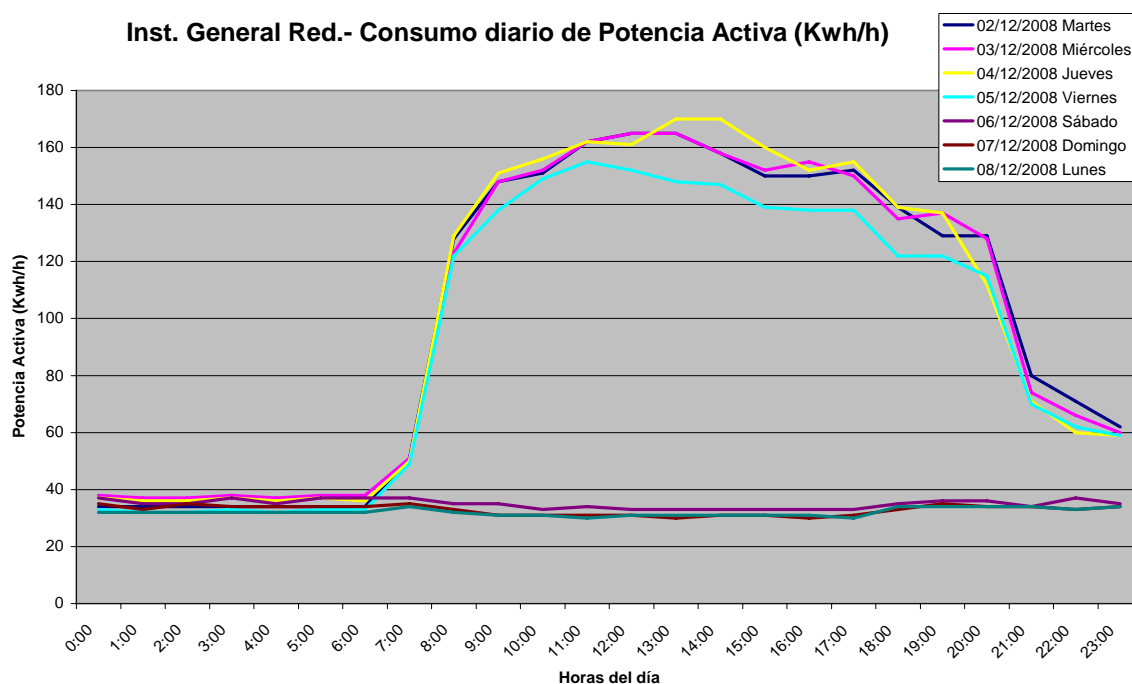


Figura 30 Consumo diario de Potencia Activa en Época Invierno en Instalaciones Generales de Red

Se observa un mayor consumo de Potencia Activa de red a diario, los fines de semana se mantiene el consumo prácticamente constante

El consumo de electricidad en la época de invierno se debe principalmente al consumo de:

- Bombas de circulación del circuito hidráulico de calefacción.
- Ventiladores de climatización
- Alumbrado.

Se observa que durante los días hábiles el arranque y apagado de las distintas instalaciones es igual para todos los días, antes de las 8:00 de la mañana y a partir de las 19:00 horas por la noche, el edificio entre estas horas comenzará a actuar y a consumir de forma distintas dependiendo de la demanda diaria de electricidad.



El máximo de potencia alcanzado en esta semana es de 170kw muy inferior a la potencia contratada de 451 Kw. e inferior al consumo en Verano de 250 Kw. como máximo.

Hay un consumo de aproximadamente 30 Kw. que se mantiene los días festivos y durante el horario nocturno de los días hábiles.

Este consumo es debido a:

- Alumbrado y sistemas de emergencia
- Alumbrado exterior

En la siguiente gráfica se representa el consumo diario de red a lo largo de una semana de invierno

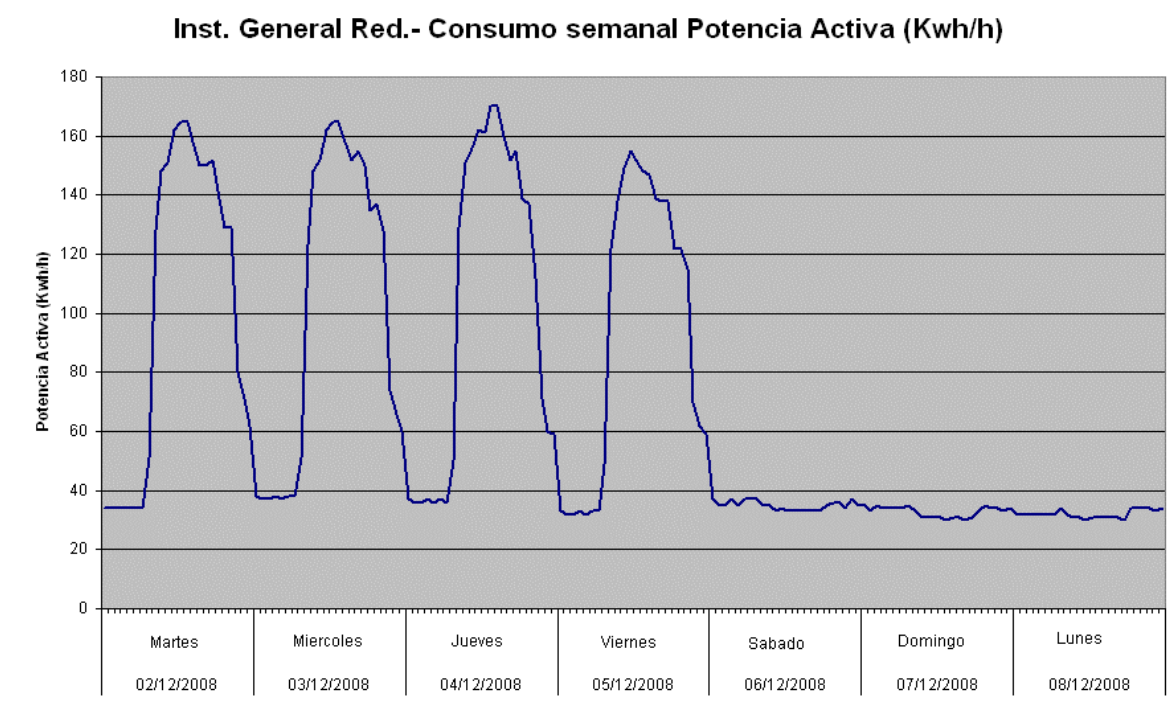


Figura 31 Consumo semanal de Potencia Activa en Época Invierno en Instalaciones Generales de Red

Se observa que el Lunes 08/12/08 el consumo es igual que el fin de semana al tratarse de un día festivo.



A continuación vamos a estudiar las curvas de consumo de potencia activa de climatización de la semana desde el 02/12/2008 hasta el 08/12/2008

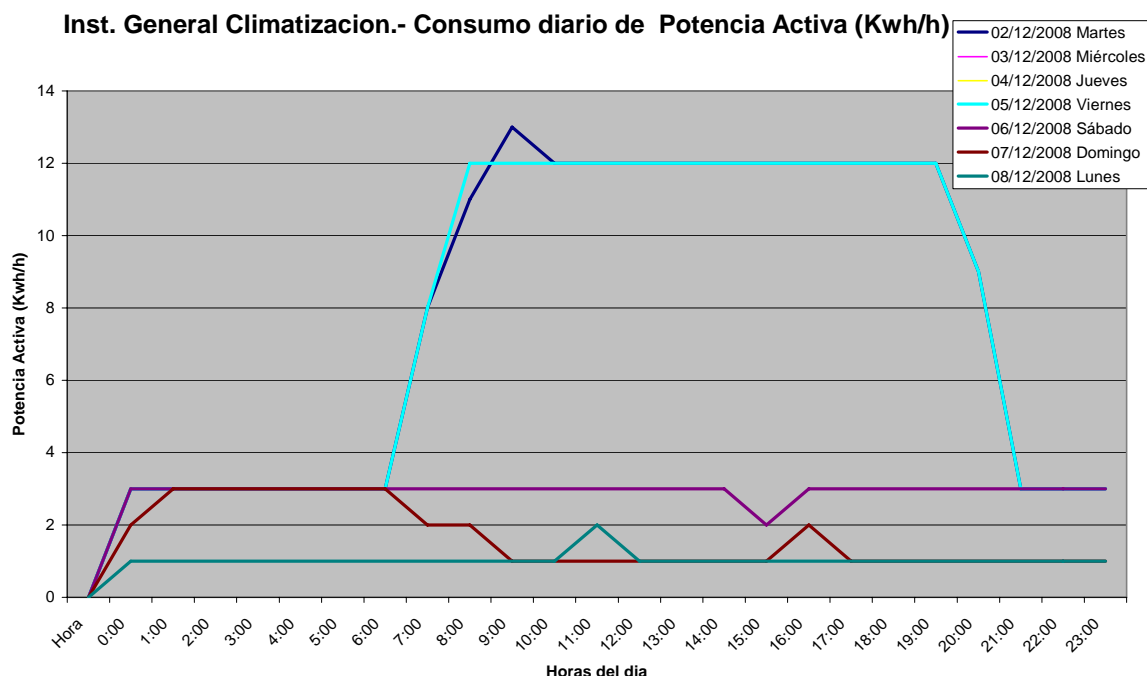


Figura 32 Consumo diario de Potencia Activa en Época Invierno en Instalaciones Generales de Climatización

Se observa un mayor consumo de Potencia Activa de red a diario, los fines de semana se mantiene el consumo prácticamente constante y nulo.

El consumo de electricidad en climatización en la época de invierno se debe principalmente al consumo de:

- Bombas de circulación del circuito hidráulico de refrigeración
- Ventiladores de climatización

El máximo de potencia alcanzado en esta semana en climatización es de 12 Kw.

Se observa que las curvas siguen un valor prácticamente constante y no existen tendencias lo que nos indica que el consumo está marcado por horarios de funcionamiento regidos por el sistema de control y regulación del edificio.



En la siguiente gráfica se representa el consumo diario de red a lo largo de una semana de verano

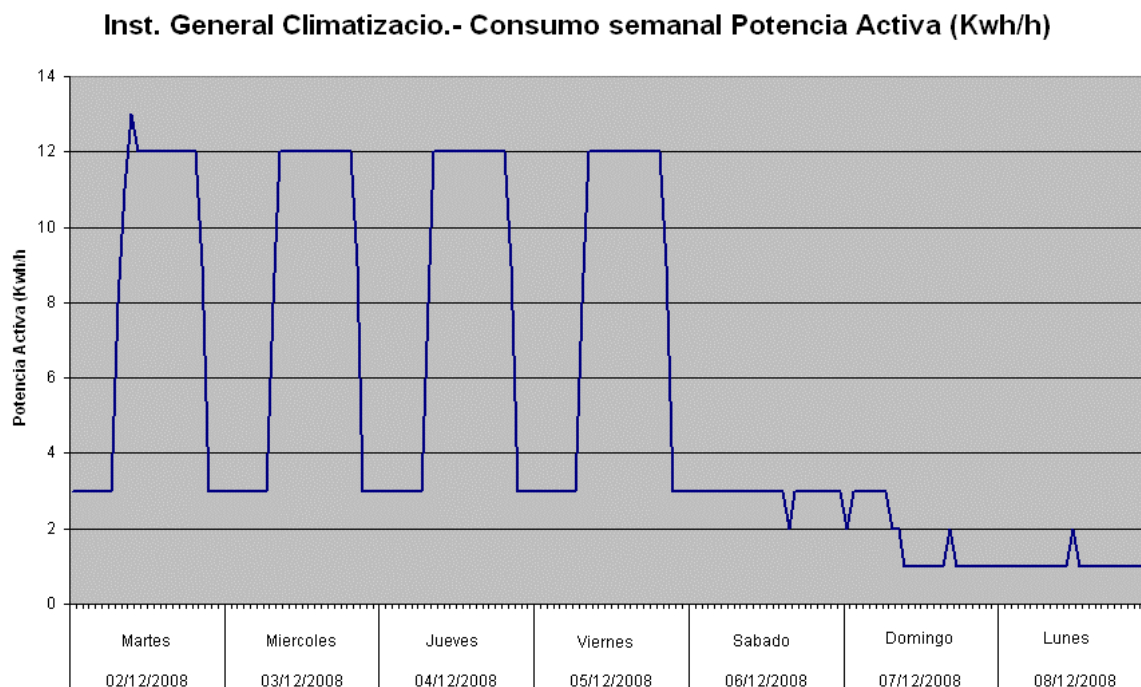


Figura 33 Consumo semanal de Potencia Activa en Época Invierno en Instalaciones Generales de Climatización



A continuación se presenta las curvas comparativas semanales del consumo de electricidad de red y electricidad en climatización durante una semana de la época de invierno.

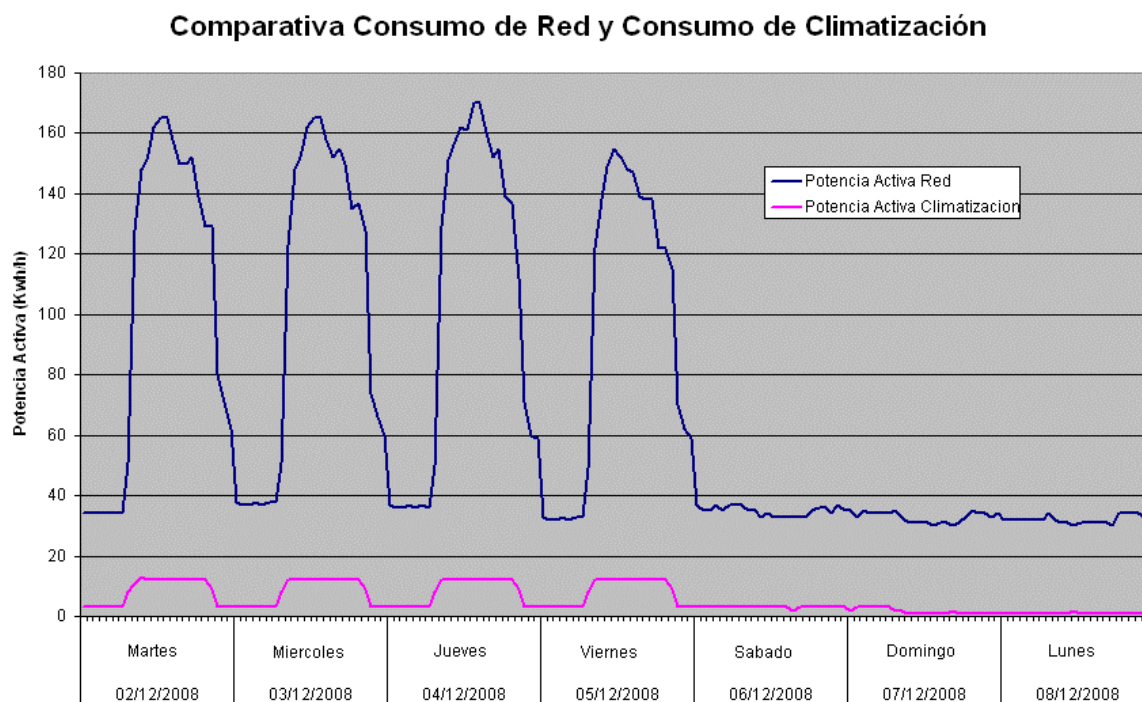


Figura 34 Comparativa de Consumo semanal de Potencia Activa de Red y de Climatización en época de invierno

Se observa que el consumo de electricidad en climatización es muy pequeño frente al consumo total de electricidad del edificio, que vendrá marcado principalmente por el alumbrado.

Por otro lado la tendencia de la curva de consumo de electricidad de red que representa el consumo total no está marcada por la curva de climatización que es prácticamente igual independientemente de la demanda térmica del edificio.



A partir de los datos de Potencia Activa (Kwh./h) y realizando la suma acumulada de estos datos podemos obtener la Energía Activa (Kwh.) a lo largo de la semana de la época de Invierno.

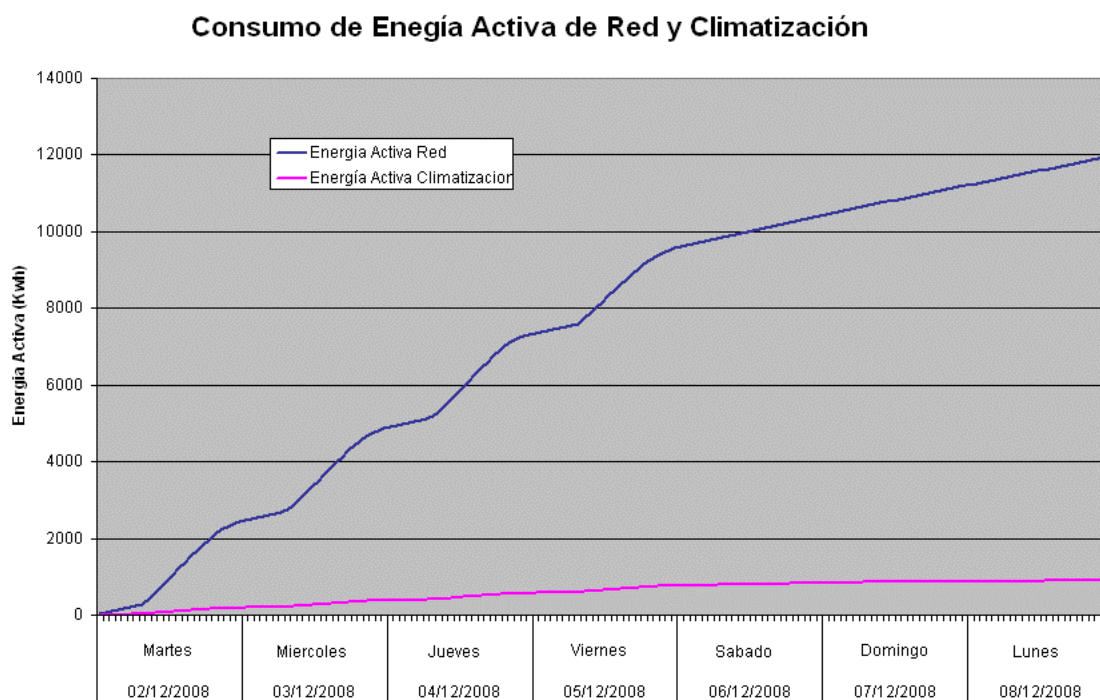


Figura 35 Figura 36 Consumo de Energía Activa de Red y Climatización en Época Invierno

En el caso de consumo de Energía activa en climatización se observa una curva constante los días festivos lo que nos indica que no existe consumo de energía durante los fines de semana ni días festivos. El comportamiento a lo largo de los días hábiles es prácticamente el mismo mostrando una pendiente de consumo durante las horas laborables y una constante durante el horario nocturno.

En el caso de consumo de Energía activa de red que indica el consumo total del edificio la tendencia es parecida al caso de climatización pero existe un consumo continuado los fines de semana que es debido a los sistemas de emergencia del edificio, así como en horario nocturno los días laborables por lo que la curva en este periodo no llega a ser del todo constante.





### **Conclusiones:**

Después del muestreo realizado en época invernal y veraniega del consumo eléctrico del edificio se considera que se realiza un consumo racional de la energía. Puesto que durante fines de semana y festivos se observa una disminución considerable del consumo general de red y en particular del consumo de climatización.

Se observa que la potencia contratada es muy superior a la potencia consumida máxima, dato que se tendrá en cuenta en el estudio de la optimización de la facturación eléctrica.



### 3.2.2 MEDICIONES CON LUXÓMETRO

Para tomar cualquier medida de ahorro energético enfocada al alumbrado y para realizar una auditoria sobre estas instalaciones, es necesario conocer los niveles de luminosidad con que cuenta el edificio.

Para ello se han realizado diversas medidas de luminosidad junto con personal de mantenimiento del edificio a modo de muestreo en diversas partes del edificio.

Cuando se realiza el proyecto de iluminación normalmente se establece un nivel de iluminación inicial superior al exigido por la norma. El hecho de que estos niveles de luminosidad se mantengan dependerá de los ciclos de mantenimiento del local, de la fuente de luz elegida, de las luminarias, así como de la posibilidad de ensuciamiento del local. Con el tiempo el nivel de iluminación inicial va decayendo debido a la pérdida de flujo de la propia fuente de luz, así como de la suciedad acumulada en luminarias, paredes, techos y suelos.

Los ciclos de mantenimiento y limpieza se deben realizar para mantener un nivel de iluminación adecuado a la tarea que se realiza en el local y se tendrán que sustituir las lámparas justo antes de alcanzar este nivel mínimo, de este modo aseguraremos que la tarea se pueda realizar según las necesidades visuales.

En el **Anexo III** del presente documento se especifican las medidas realizadas y la tabla comparativa con respecto a lo exigido por la norma

Algunas consideraciones a tener en cuenta sobre las mediciones realizadas son:

- **Toma de medidas.**

Las medidas se han realizado con luxómetro calibrado aportado por el departamento de mantenimiento del edificio.

Se han realizado sin aporte de luz natural.

Se han encendido todas las luminarias de cada estancia y se ha dejado transcurrir un tiempo para la estabilización de la medida.

Las medidas se han realizado a nivel de trabajo en aulas y despachos y a nivel de suelo en pasillos, escaleras, zonas de circulación y garaje.



▪ **Normativa a aplicar.**

El Código Técnico de Edificación es el marco normativo que establece las exigencias básicas de calidad, seguridad y habitabilidad de los edificios y sus instalaciones.

Esta nueva legislación afecta a la iluminación de edificios en varios aspectos que se recogen en las siguientes secciones del Código:

SU 4.- Seguridad frente al riesgo derivado de iluminación inadecuada: se limitará el riesgo de daños a personas como consecuencia de una iluminación inadecuada en zonas de circulación de los edificios, tanto interiores como exteriores, incluso en caso de emergencia o de fallo de alumbrado normal.

HE3.- Eficiencia energética en instalaciones de iluminación: los edificios dispondrán de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus usuarios y a la vez eficaces energéticamente disponiendo de un sistema de control que permita ajustar el encendido a la ocupación real de la zona, así como de un sistema que optimice el aprovechamiento de la luz natural.

Se consideran las exigencias mínimas a cumplir lo dispuesto en las siguientes normativas:

UNE 12464-I de iluminación de los lugares de trabajo e interiores.

Guía Técnica para la evaluación y prevención de riesgos laborales

UNE 12193: Iluminación de instalaciones deportivas.

En el caso del edificio 17 de la universidad Carlos III la normativa a aplicar es la norma UNE 12464-I de iluminación de los lugares de trabajo e interiores

Los parámetros mínimos de cálculo que se tienen en cuenta en la elaboración del proyecto que se tienen que tener en cuenta son:

Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI)

Iluminancia media mantenida ( $E_m$ ) en el plano de trabajo

Índice de deslumbramiento unificado (UGR) para el observador.

Índice de rendimiento cromático ( $R_a$ )

Las medidas que se han realizado nos permitirán determinar el valor de eficiencia energética y la iluminancia media mantenida, para poder compararlas con lo que exige la



norma. Dentro de la norma se ha comparado con los valores que hacen referencia a Establecimientos educativos.

- **Datos expresados en la tabla de recogida de medidas.**

Los datos han sido recogidos a modo de muestreo en diversas salas del edificio con usos diferentes.

En la tabla de recogida de datos, en primer lugar, se indican los datos del local sobre el que se han tomado las medidas, indicando el lugar, la superficie total, la altura del local y la potencia de iluminación instalada.

Por otro lado, se indican los datos de iluminancia realizados indicando el número de medidas realizadas en el local, la altura a la cual se han realizado y los valores máximos, mínimos y la media obtenida en luxes. Aparece también en la tabla el valor exigido de iluminancia mantenida por la norma UNE 12464-I.

Finalmente se establece el valor de eficiencia energética en alumbrado definido por el parámetro VEEI.

Este valor se define como:

$$\text{VEEI} = (\text{Potencia instalada} \times 100) / (\text{Superficie iluminada (m}^2\text{)} \times \text{iluminancia media})$$

Las unidades son, por tanto W/m<sup>2</sup> por cada 100 lux.

Para este valor se establecen unos valores mínimos que son los que aparecen en la tabla.

- **Conclusiones de las medidas realizadas.**

A través de las mediciones realizadas se pretende observar si se cumple la normativa sobre los parámetros anteriormente explicados

Se observa en las mediciones que las zonas de despachos de profesores, pasillos y salas técnicas se cumplen con los límites de VEEI y de iluminancia media mantenida que exige la norma.

Si embargo se observa en la zonas de aulas que aún estando cerca de los valores límites no se obtiene la iluminancia requerida por la norma. Con el tiempo el nivel de iluminación inicial va decayendo debido a la pérdida de flujo de la propia fuente de luz, así como de la suciedad en luminarias. Actualmente la práctica común es hacer un mantenimiento puntual de las lámparas que consiste en la reposición de la misma cuando se funde, lo cual impide garantizar las condiciones de calidad de la instalación.



Se observa que las zonas de escaleras y garaje se encuentran muy por debajo de la norma en cuanto a niveles de luminosidad por lo que se recomienda un estudio luminotécnico de estas zonas.

Las lámparas elegidas cumplen con los niveles exigidos de índice cromática  $R_a$ .

El UGR lo debe facilitar el fabricante y depende del tipo de instalación que se tenga, ya que en dicho cálculo influyen aspectos tales como color de las paredes, la posición de las luminarias respecto a las paredes, etc. se considera un dato a estudiar al comienzo del proyecto.

También resulta interesante el concepto de uniformidad, que es la relación entre las luminancias mínimas y máximas sobre una superficie ( $E_{min}/E_{max}$ ). Lo que nos indica este parámetro es la homogeneidad en los niveles de iluminación de una superficie, evitando la sensación de “manchas” y que toda la superficie tenga unos niveles de iluminación homogéneos.

En el caso de los muestreos realizados en el edificio se observa uniformidad tanto en aquellos lugares donde se cumple la norma como en los lugares donde no se alcance el nivel de iluminación.



### 3.2.3 MEDICIONES CON CÁMARA TERMOGRÁFICA.

Una auditoria energética busca conocer el estado de las instalaciones. En el caso de las instalaciones eléctricas se ha realizado, mediante cámara termográfica la inspección del cuadro general de baja.

La Termografía Infrarroja es una técnica que permite, a distancia y sin ningún contacto, medir y visualizar temperaturas de superficie con precisión.

La radiación infrarroja es la señal de entrada que la cámara termográfica necesita para generar una imagen de un espectro de colores, en el que cada uno de los colores, según una escala determinada, significa una temperatura distinta,

Ningún sistema eléctrico tiene una eficiencia de un cien por cien. Siempre hay una pequeña cantidad de energía que se transforma en calor debido al paso de la corriente eléctrica. El tiempo, cargas elevadas o fluctuantes, vibraciones, fatiga de materiales, condiciones ambientales, etc. provocan que tanto los componentes como las superficies de contacto se vayan deteriorando, y por tanto aumentando la resistencia eléctrica, que lleva asociado un aumento de la temperatura.

Poder detectar este incremento de temperatura es fundamental para poder adelantarnos a la avería y de esta manera evitar un posible desastre futuro.

En el **Anexo V** del presente documento se expone las fichas resultantes de la termografía realizada sobre el cuadro general de baja.

Se ha observado un calentamiento mayor en los diferenciales del cuadro, aunque la temperatura alcanzada está dentro de los límites permitidos.

Se indica también en el anexo el perfil de temperaturas de una de las fotografías termográficas donde se observa que no se superan los 26º C en ninguno de los ejes de medición. Permite conocer la variación de la temperatura a largo de una superficie determinada

#### **Conclusiones:**

No se han observado malas conexiones, ni sobrecargas ni cortocircuitos y desequilibrios



### 3.3 MEDICIONES EN INSTALACIONES TÉRMICAS.

Las mediciones realizadas sobre las instalaciones térmicas se centran en:

- Obtención de datos sobre el rendimiento de las calderas. A través de las inspecciones mensuales que realiza el personal de mantenimiento podemos obtener los datos sobre el rendimiento de las calderas.
- Obtención de datos sobre las temperaturas medias del edificio. El sistema de control y regulación del edificio guarda históricos de temperaturas del edificio.

#### 3.3.1 MEDICIONES DE RENDIMIENTOS DE CALDERA

El Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), fija los requisitos mínimos de eficiencia energética que deben cumplir las instalaciones térmicas de los edificios nuevos y existentes, y un procedimiento de inspección periódica de calderas y de los sistemas de aire acondicionado.

El nivel de eficiencia energética de una caldera es función tanto de la combustión que se genera en su seno como del aparato que conforma la caldera, y envuelve la combustión y trata de extraer y transferir hacia el agua la energía que es capaz de generar el combustible.

Son tres los requisitos que deben coexistir y combinarse para que se produzca la combustión:

- 1 La existencia de combustible, como aquella sustancia que tiene gran afinidad para combinarse con el oxígeno.
- 2 La presencia de aire, y más concretamente del oxígeno contenido en él, como agente que provoca esa reacción exotérmica. Se le suele denominar comburente, como el agente que combinado con un combustible provoca su combustión.
- 3 La adecuada temperatura, cuyo valor influye de forma directamente proporcional en la velocidad de la reacción de oxidación/combustión.

Estos tres requisitos están íntimamente correlacionados en toda combustión: para una determinada temperatura de combustión existe una proporción exacta de combustible y comburente que determina la reacción óptima, de tal forma que desviaciones sobre estos valores modifica la calidad de la combustión hasta el extremo de que la ausencia de uno cualquiera de estos tres impide que se produzca la misma.



Existen dos formas de efectuar el balance energético para determinar este rendimiento:

- El método directo que, como su nombre indica, se obtiene por la medición, por un lado, del calor contenido en la vena de agua antes y después de su entrada en la caldera y, por otro, la determinación de la energía del combustible, producto de la cuantía empleada por su poder calorífico.
- El método indirecto que, como su nombre indica, se basa en razonar que aquel calor que introducimos con el combustible y no escapa con los humos por el conducto de evacuación o la chimenea, habrá sido captado por el agua.

El método indirecto es el método utilizado en este caso y es el procedimiento que se utiliza de forma práctica en las calderas no equipadas con calorímetros en sus circuitos de agua, lo que obliga a efectuar un balance energético de la energía producida por la combustión.

La forma práctica de conocer y controlar una combustión utilizando el método indirecto es mediante la utilización de analizadores de gases.

Su aplicación se basa en la toma de una muestra de los gases que discurren por la chimenea o el conducto de humos, tomada por succión a través de un orificio practicado en la misma y obteniendo la concentración de sus componentes mediante analizadores electrónicos con sensores electroquímicos con los que están equipados estos analizadores. Además, estos equipos vienen provistos de una sonda termopar para la toma de la temperatura de los gases, y con un programa en su memoria que, en función del análisis de los gases, de su temperatura y de la temperatura ambiente, ofrece en pantalla el rendimiento de la combustión.

Para ello, estos equipos disponen de un conducto de aspiración (creada por una micro bomba con la que van equipados) para la toma de la muestra de gas, y de un programa de cálculo en su memoria interna con la composición de los combustibles más habituales, por lo que los resultados son inmediatos una vez seleccionado el combustible adecuado. La pantalla con que vienen equipados estos analizadores, e incluso su impresora, dará los siguientes resultados:

- CO<sub>2</sub>: % en volumen
- O<sub>2</sub> : % en volumen
- CO: partes por millón, p.p.m. (p.ej. 2.000 p.p.m. = 0,2%)
- Exceso de aire: %
- Rendimiento de la combustión: %





El oxígeno necesario para la combustión se obtiene normalmente del aire, que es una mezcla de oxígeno, nitrógeno

En realidad, si sólo se suministra el aire teórico, la reacción no se lleva a cabo completamente por falta de tiempo para que se produzca toda la reacción dentro de la cámara de combustión, dando origen a reacciones incompletas.

Por tanto, resulta necesario proporcionar un exceso de aire al combustible para aumentar la posibilidad de que reaccione rápida y totalmente dentro de la cámara de combustión, antes de que alcance zonas más frías de la caldera donde no se completaría la combustión.

El índice de exceso de aire puede expresarse también en forma porcentual, así un valor de  $n = 1,2$  representa también un exceso de aire del 20%.

La necesidad de aportar exceso de aire a la combustión significa que parte del oxígeno introducido no encontrará carbono u otros elementos para reaccionar y abandonará la caldera junto con los gases de la combustión. La cantidad de oxígeno contenido en los gases de la combustión es un indicador de la cantidad de exceso de aire empleado.

El rendimiento de la combustión en cada caldera tiene un punto óptimo de exceso de aire. Si a partir de ese punto se reduce el exceso de aire, el rendimiento de la combustión será menor al no lograr oxidarse totalmente los componentes del combustible, originando inquemados como el monóxido de carbono (CO). Si, por el contrario, aumentamos el exceso de aire por encima de su valor óptimo, el rendimiento también disminuirá, ya que una parte del calor liberado en la combustión se destinará a calentar la mayor cantidad de aire introducido y desalojado al exterior por el conducto de evacuación o la chimenea.

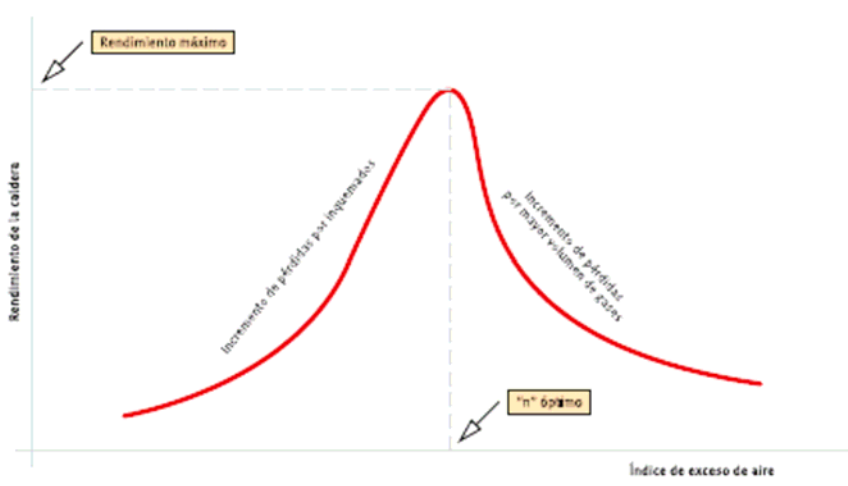


Figura 37 Rendimiento de combustión de caldera

-Al reducir el exceso de aire en una combustión, aumenta el  $\text{CO}_2$  y se reduce el  $\text{O}_2$  resultante.



-Al aumentar el exceso de aire nos garantiza una combustión segura pero se reduce el rendimiento de la combustión.

Por otro lado se considera que el nitrógeno no tiene reacciones durante el proceso de combustión: es inerte. Sin embargo, este elemento sometido a temperaturas por encima de 1.000 °C, como ocurre en algunas cámaras de combustión, reacciona con el oxígeno formando pequeñas cantidades de óxidos de nitrógeno NOx. y pequeñas cantidades de otros componentes.

Para que la toma de muestras sea representativa se ha de cuidar:

- Poner la caldera a régimen en la posición de máxima potencia y hacerla funcionar en continuo un mínimo de 5 minutos.
- Evitar variaciones del quemador.
- Seleccionar un punto adecuado para el orificio (centrado) e introducir la sonda hasta el punto central de la sección de la chimenea (conducto de humos).
- Evitar las infiltraciones parásitas de aire (el orificio de toma de muestras estará posiblemente en depresión).

En el **Anexo IV** del presente documento se expone ficha de combustión de calderas del edificio 17 .

### **Conclusiones:**

Se observa un buen rendimiento de las calderas del 95,9% prácticamente igual al rendimiento teórico de las calderas ofrecido por el fabricante de 96%.

Si comparamos ambas calderas, observamos un funcionamiento mejor en la caldera 2, puesto que presenta menor exceso de aire, por lo tanto menor % contenido de O<sub>2</sub> y un contenido en CO<sub>2</sub> mayor , lo que se traduce en un rendimiento ligeramente mejor que la caldera 1.

Se cumple en todo momento el rendimiento exigido por el RITE que está en torno a un 86% para este tipo de calderas.



### 3.4 MEDICIONES EN ENVOLVENTE DEL EDIFICIO.

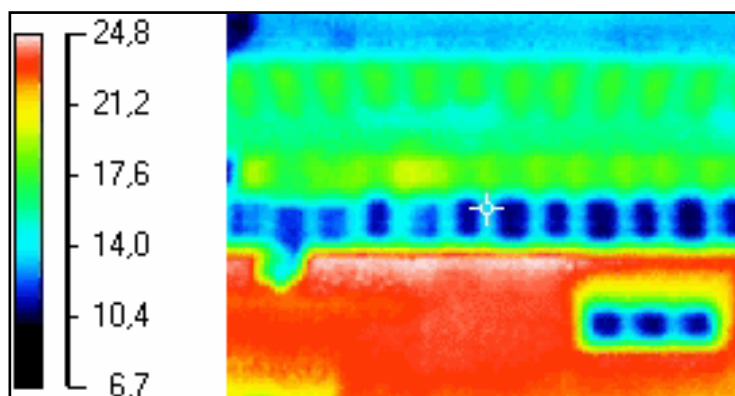
El estudio de la envolvente del edificio se ha realizado mediante la inspección de la misma mediante cámara termográfica.

Durante el día, la radiación solar que incide sobre la superficie exterior es absorbida haciendo que aumente la temperatura. Por la noche el calor es disipado desde la fachada hacia el ambiente exterior a menor temperatura por radiación. La capacidad de acumulación de calor de un cuerpo es función de su volumen, de su densidad y de su calor específico, cuanto mayores sean éstos, el cuerpo acumulará más calor/frío y mantendrá su temperatura durante más tiempo transcurrido el período de calentamiento/enfriamiento. Las diferencias de temperaturas en los elementos de las fachadas estarán determinadas por las distintas cualidades de los materiales.

Las inspecciones termográficas se han realizado desde el exterior del edificio, por tanto se han obtenido mapas de temperaturas de las fachadas de los mismos. Con este sistema se pueden diagnosticar los defectos de los edificios que lleven aparejadas variaciones de las temperaturas superficiales, como son: fallos estructurales, problemas de humedades, falta de aislamiento térmico y estructuras ocultas, entre otros. El objetivo es localizar zonas problemáticas para un posterior análisis. Los resultados obtenidos se basan en la comparación de temperaturas de una superficie y no con valores absolutos, es decir se trata de un análisis cualitativo.

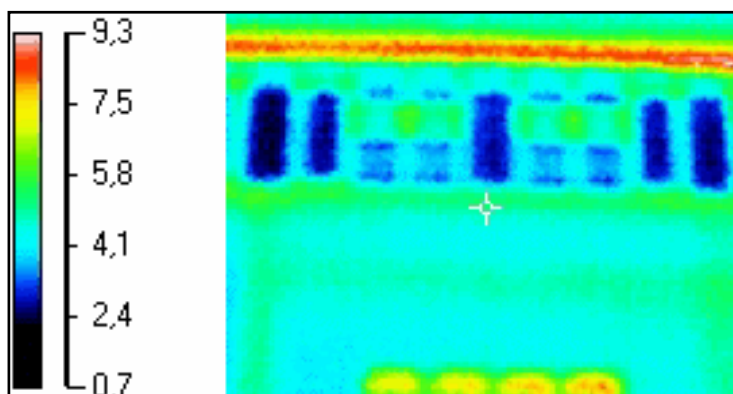
Con el fin de evitar el conflicto del aumento de temperatura debido a la radiación solar, las inspecciones se han realizado al atardecer, normalmente se recomienda realizar las termografías al anochecer ó días nublados, con poco viento, para reducir las pérdidas por convección.

Mediante la termografía se puede observar la distinta capacidad de almacenar calor que tienen los materiales. Los materiales con mayor densidad (los muros) tienen una capacidad de almacenar calor más elevada que los materiales ligeros (vidrios y aislantes). Esto quiere decir que los primeros acumulan calor por el día y lo mantienen durante más tiempo que los ligeros. Al anochecer los materiales ligeros ya han perdido todo su calor y aparecen a menor temperatura que los pesados, lo contrario ocurre al amanecer.





En todas las termografías realizadas al atardecer han aparecido puntos calientes bajo los salientes de la fachada (bajo alero de cubierta), así como en los remetimientos de la misma (marcos de ventanas y puertas). Éstos son puntos en los que el aire no puede circular libremente. Durante el día la envolvente se va calentando y en estos puntos se acumula aire caliente.



En el **Anexo VI** del presente documento se presentan las distintas fichas termográficas realizadas sobre cada una de las fachadas del edificio.

### Conclusiones:

No se han localizado grietas en la estructura, ni zonas húmedas, ni puntos donde existan pérdidas de calor. Si se han observado zonas de acumulación de calor bajo el alero de la cubierta y en los rellanos de entrada al edificio.



## 4 ESTUDIO DE LA FACTURA ELECTRICA ACTUAL

Parece una obviedad el recomendar en una auditoría energética antes de nada una revisión de la factura eléctrica, pero es fundamental conocer el punto de partida para establecer un objetivo. Y ese objetivo tiene una sola finalidad: el ahorro. Las necesidades varían a lo largo de la vida del edificio y es recomendable realizar cada cierto tiempo una atenta revisión que nos permita una selección de Tarifa más adecuada para el momento actual, que no tiene por qué ser la misma que la que se seleccionó al inicio de la actividad. Por otra parte, el consumo diario no es constante a lo largo de la jornada por lo que el componente horario determinará las necesidades reales en cada momento del día. Una adecuada asesoría tarifaria nos ayudará en la detección de oportunidades de ahorro.

El estudio se basará en un análisis de la tarificación actual enmarcada dentro del mercado liberalizado. Se comparará este precio con la facturación para este tipo de Tarifas de Acceso que marca el BOE y los precios de mercado. De esta manera se establecerá un criterio para considerar cómo válido o no el precio actual de facturación.

### 4.1 ANÁLISIS DE LA TARIFA ELÉCTRICA ACTUAL

En la actualidad el sistema de contratación de energía eléctrica por parte de la Universidad Carlos III se basa en un precio fijo estipulado mediante concurso público .al que licitan las diferentes compañías suministradoras.

**El precio se ha estipulado en 8,5376 cent. /Kwh.**

Tomando como referencia el último recibo de energía eléctrica se obtienen los siguientes datos básicos:

Tabla 26 Datos generales del sistema tarifario actual

Sistema tarifario actual	
Mercado	Liberalizado
Tipo de tarifa	Tarifa de Acceso 6.1
Tipo de discriminación horaria	P6. (6 periodos tarifarios)
Potencia contratada	451Kw
Término de energía. €/kWh	0,085376



Desde el 1 de enero de 2003 se puede, con independencia de la zona en la que resida:

- Contratar con una Empresa Comercializadora el suministro de electricidad a un precio pactado libremente.

En este caso, se ha pactado con Unión FENOSA un precio de facturación por energía consumida, sin atribuir ningún concepto en cuanto a potencia y sin tener en cuenta la franja horaria en la que haya sido consumida dicha energía.

Por lo tanto, cada mes se realiza la lectura de la energía activa total consumida y se aplica el precio por Kwh. pactado.

## 4.2 ANALISIS DEL SISTEMA DE CONTRATACIÓN DE 6 PERIODOS

La factura está basada, aunque se haya aplicado el mercado liberalizado, en las facturas de Acceso 6.1, por lo que la factura aporta datos de Energía activa, Potencia activa y Potencia reactiva consumidas en los 6 periodos definidos para este tipo de tarifas.

Pasamos a detallar a continuación los distintos conceptos de la facturación.

### ▪ Tarifa de Acceso 6.1.

Esta tarifa está basada en seis periodos tarifarios en que se dividen las 8760 horas anuales, y se componen de un término de potencia y un término de facturación de energía.

Esta modalidad será de aplicación a las tarifas generales de alta tensión. Para esta modalidad los tipos de días, periodos tarifarios y horarios concretos a aplicar son los que se definen a continuación:

1) Tipo de días.

Para la aplicación de estas tarifas, se divide el año eléctrico en los tipos de días siguientes:

Tipo A: de lunes a viernes no festivos de temporada alta

Tipo B: de lunes a viernes no festivos de temporada media

Tipo C: de lunes a viernes no festivos de temporada baja, excepto agosto en el sistema peninsular y el mes correspondiente de mínima demanda en cada uno de los sistemas aislados extra peninsulares en insulares. Dicho mes se fijará por la dirección general de política energética y minas.



Tipo D: sábados, domingos y festivos y agosto en el sistema peninsular y el mes de menor demanda para los sistemas aislados insulares y extra peninsulares (que se fijará por la dirección general de política energética y minas).

Las temporadas alta, media y baja serán las siguientes:

A . Para la península:

1. Temporada alta: noviembre, diciembre, enero y febrero
2. Temporada media: marzo, abril, julio y octubre
3. Temporada baja: mayo, junio, agosto y septiembre

No se consideran en este estudio los tipos de temporada es para las islas Baleares, Ceuta, Melilla el islas Canarias al encontrarse el centro comercial dentro de la península.

## 2) Periodos tarifarios

La composición de los seis periodos tarifarios es la siguiente:

Periodo 1: comprende seis horas diarias de los días tipo A

Periodo 2: comprende diez horas diarias de los días tipo A

Periodo 3: comprende seis horas diarias melodías tipo B

Periodo 4: comprende diez horas diarias de los días tipo B

Periodo 5: comprende 16 horas diarias de los días tipos C

Periodo 6: resto de horas no incluidas en los anteriores y que comprender las siguientes:

1. ocho horas de los días tipo A
2. ocho horas de los días tipo B
3. ocho horas de los días tipo C
4. veinticuatro horas de los días tipo D



Los horarios a aplicar en cada uno de los periodos tarifarios serán los siguientes:

Tabla 27 Horarios según días del periodo tarifario P6

Periodo Tarifario	Tipo de día			
	Tipo a	Tipo b	Tipo c	Tipo d
1	De 16 a 22			
2	De 8 a 16 De 22 a 24			
3		De 9 a 15		
4		De 8 a 9 De 15 a 24		
5			De 8 a 24	
6	De 0 a 8	De 0 a 8	De 0 a 8	De 0 a 8

Teniendo en cuenta que el sistema de seis periodos diferencia entre días laborables (de lunes a viernes) y sábados, domingos y festivos se han establecido diferentes curvas de demanda para cada uno de estos.

De la factura actual podemos disponer de los datos de energía activa consumida en cada uno de estos periodos así como la potencia activa consumida.





Se presentan en las siguientes tablas la demanda de energía actual para cada uno de los meses del año diferenciando entre días de lunes a sábado y domingos.

### Primer semestre año 2007

Tabla 28 Demanda de energía según facturación en primer semestre Año 2007

EDIFICIO 17	Tipo A Enero	Tipo A Febrero	Tipo B Marzo	Tipo B Abril	Tipo C Mayo	Tipo C Junio
Consumo P1(Kwh.)	14.161,00	11.999,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Consumo P2(Kwh.)	26.755,00	23.700,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Consumo P3(Kwh.)	0,00	0,00	19.314,00	14.736,00	0,00	0,00
Consumo P4(Kwh.)	0,00	0,00	23.513,00	18.204,00	0,00	0,00
Consumo P5(Kwh.)	0,00	0,00	0,00	0,00	36.178,00	52.000,00
Consumo P6(Kwh.)	22.157,00	19.638,00	23.984,00	17.064,00	18.041,00	20.291,00
Consumo total mes Kwh.	63.073,00	55.337,00	66.811,00	50.004,00	54.219,00	72.291,00

### Segundo semestre año 2007

Tabla 29 Demanda de energía según facturación en primer semestre Año 2007

EDIFICIO 17	Tipo B Julio	Tipo D Agosto	Tipo C Septiembre	Tipo B Octubre	Tipo A Noviembre	Tipo A Diciembre
Consumo P1(Kwh.)	0,00	0,00	0,00	0,00	14.372,00	11.872,00
Consumo P2(Kwh.)	0,00	0,00	0,00	0,00	26.205,00	22.082,00
Consumo P3(Kwh.)	29.648,00	0,00	0,00	19.139,00	0,00	0,00
Consumo P4(Kwh.)	33.377,00	0,00	0,00	22.421,00	0,00	0,00
Consumo P5(Kwh.)	0,00	0,00	46.400,00	0,00	0,00	0,00
Consumo P6(Kwh.)	19.126,00	56.292,00	19.356,00	20.304,00	19.193,00	24.044,00
Consumo total mes Kwh.	82.151,00	56.292,00	65.756,00	61.864,00	59.770,00	57.998,00



La siguiente gráfica representa la evolución de los consumos para los meses indicados en las tablas.

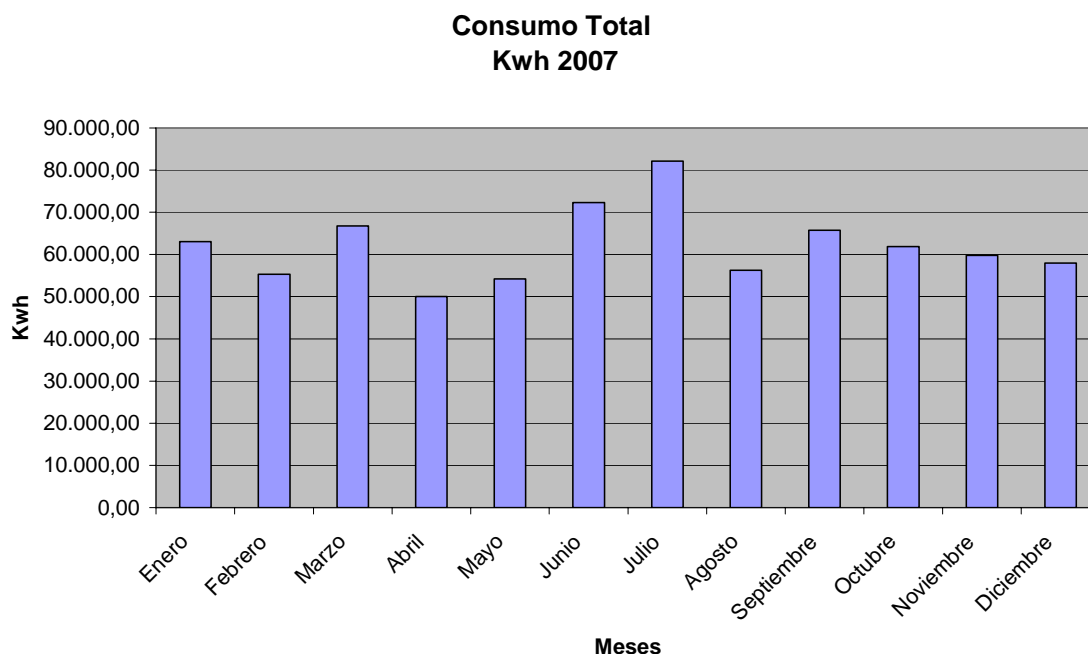


Figura 38 Consumo de Energía Activa según facturación mensual

Con los datos aportados por la facturas podríamos determinar la potencia a contratar en cada uno de los periodos.

Para estimar la potencia recomendada en cada uno de los períodos se ha considerado un coeficiente de seguridad del 10% con objeto de cubrir puntas de demanda de potencia que han de ser suministradas por la compañía distribuidora de energía eléctrica.

El empleo de coeficientes de seguridad se justifica teniendo en cuenta que el sistema de seis periodos penaliza el exceso de potencia demandada frente a la contratada de forma muy fuerte pudiendo, llegado el caso, pagar más de penalización que de potencia y consumo energético juntamente.

Una vez conocidas las potencias que se contratarían en cada periodo es necesario establecer un precio relativo al término de potencia y energía que queda definido en el Real Decreto 1634/2006 de 29 de diciembre por el que se establecen las tarifas para el año 2007.



Tabla 30 Precio relativo al término de potencia y energía que queda definido en el R/D1634/2006 de 29 de diciembre

**TÉRMINOS DE POTENCIA  
€/KW y año**

Tarifa	Período 1	Período 2	Período 3	Período 4	Período 5	Período 6
<b>6.1</b>	10,092239	5,050488	3,696118	3,696118	3,696118	1,686408
<b>6.2</b>	8,691805	4,349664	3,183232	3,183232	3,183232	1,452396
<b>6.3</b>	8,162049	4,084557	2,989218	2,989218	2,989218	1,363874
<b>6.4</b>	7,581139	3,793852	2,776470	2,776470	2,776470	1,266805
<b>6.5</b>	0,763081	0,763081	0,347473	0,347473	0,347473	0,347473

**TÉRMINOS DE ENERGÍA  
€/KWh**

Tarifa	Período 1	Período 2	Período 3	Período 4	Período 5	Período 6
<b>6.1</b>	0,019305	0,016934	0,012870	0,007307	0,004719	0,004290
<b>6.2</b>	0,006440	0,005649	0,004294	0,002437	0,001574	0,001431
<b>6.3</b>	0,005196	0,004558	0,003464	0,001966	0,001270	0,001155
<b>6.4</b>	0,004078	0,003576	0,002718	0,001543	0,000996	0,000906
<b>6.5</b>	0,002391	0,002245	0,000991	0,000852	0,000845	0,000991

Junto a estos precios hay que añadir el coste de la energía en cada periodo que presenta un carácter negociable entre usuario y compañía suministradora. Para la estimación de estos precios se han tomado los costes promedio publicados por OMEL (Operador del Mercado Eléctrico) hasta el mes de mayo de 2006.

Tabla 31.- Precios promedios de energía publicados por OMEL

CONSUMO	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Término de energía €/Kwh.	0,090300	0,089100	0,065200	0,057700	0,049000	0,040400

La suma del coste de acceso más consumo arroja el precio final del término de energía que es empleado en los cálculos.



Considerando los máximos asegurados y teniendo en cuenta que las potencias contratadas en cada periodo deben cumplir la condición de  $P1 \leq P2 \leq P3 \leq P4 \leq P5 \leq P6$  las potencias que podrían contratarse en cada periodo serían las siguientes:

Tabla 32 Potencias que podrían contratarse para cada uno de los periodos

Periodos	Potencias contratadas
P1	250 Kw.
P2	250 Kw.
P3	400 Kw.
P4	400 Kw.
P5	400 Kw.
P6	451 Kw.

Se muestra a continuación la tabla comparativa entre la facturación que se ha realizado en el año 2007 y la facturación que se realizaría si estableciéramos los precios de acceso a través de los máximos fijados por el R/D1634/2006 de 29 de diciembre y los precios de consumo de energía a través de los costes promedio del mercado.

A continuación se muestra la tabla comparativa entre el valor actual de facturación y el valor teórico de facturación siguiendo la referencia de los precios de acceso establecido por el Real Decreto 1034/2006 y los precios medios de consumo de energía de mercado.



Tabla 33 Estudio comparativo de Tarificación Eléctrica

Estudio Tarifas	Facturación según R/D1634/2006 de 29 de diciembre y costes promedio del mercado.				Facturación real
Mes	Termino de Potencia	Termino de Energía	Facturación	Facturación + Impuestos	Factura real con impuestos
Enero	724,56 €	5.257,58 €	5.982,14 €	8.872,68 €	4.250,05 €
Febrero	724,56 €	4.600,11 €	5.324,66 €	7.897,51 €	3.717,49 €
Marzo	724,56 €	4.136,30 €	4.860,85 €	7.209,59 €	6.955,00 €
Abril	724,56 €	3.118,17 €	3.842,73 €	5.699,52 €	5.205,40 €
Mayo	724,56 €	2.779,29 €	3.503,85 €	5.196,89 €	5.644,18 €
Junio	724,56 €	3.742,73 €	4.467,28 €	6.625,86 €	7.525,47 €
Julio	724,56 €	5.378,98 €	6.103,54 €	9.052,74 €	8.551,88 €
Agosto	724,56 €	2.515,69 €	3.240,25 €	4.805,92 €	5.859,98 €
Septiembre	724,56 €	3.395,54 €	4.120,09 €	6.110,90 €	6.845,17 €
Octubre	724,56 €	3.796,20 €	4.520,75 €	6.705,16 €	6.440,02 €
Noviembre	724,56 €	5.090,49 €	5.815,05 €	8.624,85 €	6.222,03 €
Diciembre	724,56 €	4.616,07 €	5.340,62 €	7.921,19 €	6.037,57 €
TOTAL				84.722,83 €	73.254,24 €



### **Conclusiones:**

El sistema actual de tarificación resulta el correcto ya que se obtiene un ahorro frente a precios de mercado de 11.500 euros anuales.

Se considera interesante para futuras negociaciones con la empresa suministradora la posibilidad de una contratación de menor potencia.



## **5 DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA**

### **5.1 MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN AGUA**

A continuación se persigue dar a conocer acciones, técnicas y sistemas que permitan minimizar los consumos de agua en el edificio.

La racionalización y el consumo responsable del agua, no ha de limitarse sólo a la disminución de consumos, sino que ha de enfocarse desde el punto de vista de aprovechamiento de ésta en cualquier área o posible actuación que permita su aprovechamiento.

No hemos de olvidar la importancia de la captación de agua de lluvia, y aunque Madrid no cuenta con una pluviometría favorable para estos menesteres, podemos contar con una aportación de más de medio metro cúbico por metro cuadrado.

Los campos de acción en cuanto a eficiencia energética en agua se centrarán en:

- Reducir el consumo en grifos, mediante el uso de perlizadores.
- Reducir el consumo de agua para riego, mediante la instalación de sondas de humedad.
- Depósito de recogida de aguas pluviales.



### 5.1.1 USO DE PERLIZADORES EN GRIFOS

A continuación se realizará el estudio técnico y el estudio económico de la propuesta de medida de eficiencia energética.

#### 5.1.1.1 ESTUDIO TÉCNICO DEL USO DE PERLIZADORES EN GRIFOS

Muchas veces se plantean actuaciones complejas, normativas internas, campañas de concienciación excesivamente costosas y trucos para intentar reducir los consumos que se tiene de agua, cuando hay actuaciones que pasan desapercibidas por los usuarios y que a la vez aumentan el confort de uso.

Los principales métodos para la reducción del consumo de agua en grifos son:

- Regulación del caudal

El 80 % de los grifos temporizados existentes, no disponen por lo general, la capacidad de regular el caudal en función de la presión de servicio, por lo que a mayor presión, mayor caudal, lo que se traduce en un mayor consumo.

Si sobre cualquier equipo, le dotamos de una capacidad de limitación o taramos su consumo, pues por lo general la grifería temporizada está diseñada para trabajar con muy baja presión, podremos determinar el caudal adecuado para cada instalación, generando ahorros, sobre todo en aquellos sitios que disponen de una alta presión en el circuito de agua (Superior a 3 bar.), pues suele ser muy habitual disponer de grupos de presión en este tipo de centros.

- Tiempo de suministro o tiempo de utilización

Cuantas veces, no hemos entrado en un aseo y hemos visto como salía agua de un grifo temporizado, y al acercarnos a él para utilizarlo se interrumpía el suministro, debiendo pulsar de nuevo; o cuantas veces hemos pulsado sobre el cabezal de un equipo y nos hemos retirado, tras terminar de utilizarlo y seguía saliendo agua.

Esto es debido a que la gran mayoría de los fabricantes, diseñaron sus equipos con un tiempo medio de 15 a 20" de suministro, (Para que valiera para cualquier necesidad), pero la realidad es que la ergonomía de utilización es otra totalmente distinta, por lo que si incidimos sobre los equipos sustituyendo sus cabezales por otros de una temporización menor  $\pm 6$  Segundos, obtendremos ahorros por varios motivos:

a) Por adecuación y eliminación de tiempos muertos tras su utilización.

b) Por sincronización ergonómica de la demanda, ajustando el suministro, al tiempo estricto que se necesita agua, para cada función concreta.





#### ▪ Perlización del chorro de agua

Como ejemplo, por su elevado confort y ahorro, los perlizadores, están ampliamente extendidos en los países del norte de Europa, y ya se están utilizando desde el año 1995 aquí en España, en hoteles, residencias, hospitales...

Este tipo de equipos tienen por objetivo reducir drásticamente el consumo de agua en el establecimiento.

Los grifos llevan incorporado un filtro en su boca de salida de agua, denominado filtro rompeaguas o aireador y que tiene por objeto evitar que el agua al salir del grifo salpique.

Una de las soluciones para ahorrar agua y energía consiste en la sustitución de este aireador, por un perlizador, el cual, a parte de cumplir con el objetivo del anterior, aporta ventajas como: ser más eficaz con los jabones líquidos, ser más agradable y confortable, aparentar salir más agua de la que realmente sale y, por supuesto, economizar agua.

#### ▪ Estructura

1 Malla superfina de acero inoxidable (0,25 m/m).

El agua es filtrada no dejando pasar partículas mayores de 25 micras, que al rebotar contra la membrana retornan, evitando el embotamiento de la malla.

2 Membrana con efecto Venturi. (5, 6, 7 ó 8 lit. /min.)

Acelera el agua provocando dos efectos: succión de aire y limpieza de difusor.

3 Difusor-expansor. Difumina el agua facilitando su mezcla con aire.

4 Triple malla abovedada. Tres mallas cóncavas en acero inoxidable generan un abundante chorro de burbujas muy agradable al tacto. La malla externa de trama gruesa evita la formación de depósitos calcáreos.



## 5 Canal de succión de aire.

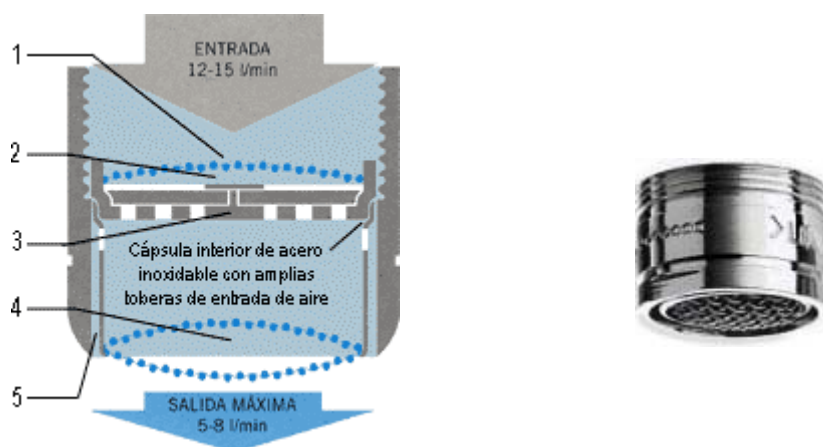


Figura 39 Estructura de perlizador

### ▪ Funcionamiento de un Perlizador

El Perlizador dispone (siguiendo la dirección del agua), de un colador interno, compuesto de una malla abovedada de 0,25 Mm., una membrana interna de P.O.M. (materia plástica derivada del polipropileno que repele la cal), con un agujero en el medio y un difusor que a la vez que contiene a las dos partes anteriores, produce aceleración en el agua al obligarla a pasar por sus pequeños agujeros, (mayores de 0,25 Mm.), para evitar atascos.

Cuando el agua entra por la malla superfina, y se encuentra con la membrana central, se produce un doble efecto. Por un lado y al tener que pasar por un estrechamiento del paso de agua (agujero central), se está limitando el caudal, y además el agua que no consiga entrar por esta primera reducción, rebotará en la membrana, produciendo un efecto de turbulencia que mantiene en constante movimiento, los posibles depósitos de suciedad acumulados en la malla de 0,25 Mm., evitando su obturación.

El agua, una vez atraviesa la membrana central, se vuelve a encontrar con otra drástica reducción de paso al tener que avanzar por los pequeños agujeros del difusor.

La actuación del colador interno, evita las obturaciones y atascos, y al estrechar el paso del agua en dos ocasiones, produce aceleración de la misma.

La toma de aire, se efectúa a través del espacio que existe entre el continente que aloja los coladores internos y externos y la pieza de latón cromado que está dotada de rosca. La aspiración se produce a través del canal de aire de estos recipientes y los agujeros del continente de los coladores (ver dibujo), al igual que los aireadores normales instalados en todas griferías.



Una vez atravesado el colador interno (malla superfina + membrana central + difusor), el agua se encuentra con un triple filtro abovedado de acero inoxidable. Compuesto de tres mallas robustas, que no se tocan entre sí, para evitar la acumulación de cal.

Esta arquitectura, facilita la evacuación de agua del último colador, e impide las posteriores incrustaciones de sedimentos a que nos tienen acostumbrados los aireadores o economizadores normales. A la vez que genera un chorro de agua compuesto de gotas muy gruesas con aire, que hace muy placentero su uso, haciendo el chorro de agua más eficaz para generar espuma y en especial con jabones líquidos.

La ventaja de este sistema y/o fórmula es que limita el caudal, pero no sacrifica el confort, que por el contrario aumenta por la sensación tan agradable de las burbujas de aire que incorpora el chorro.

Obsérvese que aunque se abra más el grifo (se pide más presión de agua), el consumo en litros se mantiene en un tope máximo. En nuestro caso la presión es constante puesto que es un grifo temporizado.

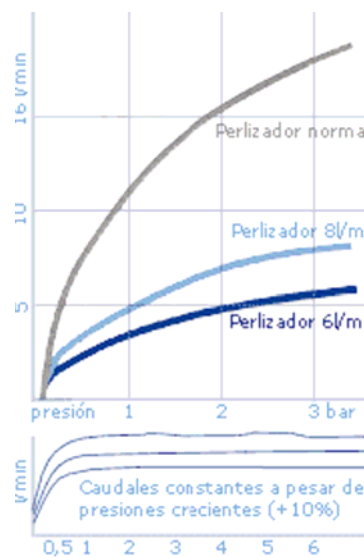


Figura 40 Caudal l/minuto según perlizador

En nuestra instalación los grifos tienen el siguiente caudal:

Caudal de grifo: 12 litros /minuto.

Elegiremos por tanto un perlizador que nos permita disminuir este caudal hasta 5,5 litros /minuto.



Será un Perlizador Macho, con un diseño especial para adaptarse a cualquier grifería estándar con roscas externas de 24x1, de fácil sustitución, mínimo mantenimiento.

Produce un suave y agradable chorro de agua gasificado con una sensación muy placentera de hidromasaje, aparentando salir más agua y con más presión, que con los sistemas tradicionales antical y acabado en latón cromado.

Es autolimpiable y elimina por sí sólo los bloqueos causados por la cal.

#### 5.1.1.2 ESTUDIO ECONÓMICO DEL USO DE PERLIZADORES EN GRIFOS

A continuación vamos a ver la inversión necesaria para la colocación de los perlizadores en los grifos del edificio y la estimación del ahorro que se conseguiría.

No disponemos del consumo humano de agua en la instalación, ya que la factura de agua nos indica consumo humano y riego.

Por lo tanto, será necesario realizar una aproximación y suponer que el consumo en los meses de Diciembre y Enero (donde apenas se utiliza el riego) es el consumo humano medio en dos meses, por lo tanto el consumo anual será igual a este valor multiplicado por seis.

Tabla 34 Consumo aproximado de agua de grifos en Edificio 17

Consumo de agua en grifos (aproximación)	m <sup>3</sup>
Consumo en Diciembre y Enero	241
Consumo total del año (Diciembre y Enero) x 6	1446

La inversión a realizar incluye el precio de los perlizadores y la parte proporcional de mano de obra para su instalación.

Tabla 35 Inversión en perlizadores del Edificio 17

Inversión en perlizadores	
Coste suministro e instalación perlizadores	8,71 €
Nº Perlizadores	51
Inversión total en el edificio 17	444,21 €



Para calcular el ahorro estimado que supone el uso de perlizadores, se verá la reducción en el caudal de agua empleado gracias a su utilización. A partir de la reducción del caudal se realizará una extrapolación al ahorro de consumo de agua, es decir, para el mismo uso se utiliza menos caudal de agua, por lo tanto se ahorra en la misma medida esa cantidad de agua.

Tabla 36 Cálculo de ahorro estimado en el uso de perlizadores del Edificio 17

Ahorros estimados en el uso de perlizadores	
Caudal del grifo sin perlizador	12 litros /min.
Caudal del grifo con perlizador	5,5 litros /min.
Reducción del caudal	54,20%
Ahorro estimado en consumo de agua en grifos	50,00%
Consumo actual sin perlizadores al año	1446 m <sup>3</sup>
Consumo estimado con perlizadores al año	723 m <sup>3</sup>
Ahorro estimado en consumo de agua en grifos (50%)	723 m <sup>3</sup>
Ahorro estimado en costes (% sobre la factura anual)	19,3 %

En función de la inversión y los ahorros estimados se puede calcular el tiempo de retorno de la inversión, que se calcula que se realizaría en 6 meses.

Tabla 37 Cálculo del tiempo de retorno de la inversión en perlizadores del Edificio 17

Cálculo del retorno de la Inversión	
Inversión	444,21 €
Ahorros estimados en consumo (50%)	723 m <sup>3</sup>
Ahorros estimados en costes (% sobre la factura anual)	19,3%
<b>Retorno de la Inversión (años)</b>	<b>0,51</b>

El cálculo económico de los ahorros se ha conseguido aplicando el precio medio anual por m<sup>3</sup> de agua (1,19 €/ m<sup>3</sup>) a los m<sup>3</sup> ahorrados

El ahorro en consumo es del 50% sobre el consumo estimado de agua en grifo, el ahorro económico se ha calculado sobre el total de la factura de agua anual.



## **5.1.2 USO DE SONDAS DE HUMEDAD PARA RIEGO**

Tal y como se ha observado en los consumos de agua actuales del edificio, existe un incremento de consumo en los meses de verano debido al agua consumida para riego.

La medida de eficiencia energética que se estudia a continuación se basará en optimizar el riego actual para obtener un mayor ahorro de agua.

A continuación se realizará el estudio técnico de las medidas de eficiencia energética para posteriormente realizar el estudio económico de las mismas.

### **5.1.2.1 ESTUDIO TÉCNICO DEL USO DE SONDAS DE HUMEDAD PARA RIEGO**

Actualmente se cuenta en el edificio con un programador de riego, Marca Rain and Bird y modelo Dialog +, se trata de un programador electrónico modular de 3 programas cuyas características se consideran suficientes para el riego del edificio. Sin embargo no es recomendable regar sistemáticamente. Un programa fijo de riego no contempla las necesidades reales del césped y puede resultar perjudicial.

El programador actual sí realiza el riego en horas nocturnas. La hora ideal para hacerlo es entre las 4:00 y las 8:00 de la mañana. A esta hora el viento no interfiere en el riego y no hay prácticamente evaporación de agua. Una de las complicaciones que ocasiona el riego en horas de la tarde, es la creciente incidencia de enfermedades. Este inconveniente puede reducirse regando únicamente cuando el césped lo necesita y haciéndolo esporádica pero profundamente. Regar durante el mediodía no es efectivo, ya que gran cantidad de agua se evapora, siendo por consiguiente muy difícil humedecer la tierra adecuadamente.

El exceso de agua en el césped produce aumento de materia verde, incremento de enfermedades, raíces poco profundas, desaprovechamiento de recursos y grandes facturas. Cuando se trata de regar un área verde o jardín es preferible regar de menos que regar de más, pues se facilitará el crecimiento y enraizado de plantas, arbustos y césped, mejorando su imagen y sufriendo menos en épocas de sequía.

En el manejo de un sistema de riego es fundamental determinar el momento más adecuado para regar y la cantidad de agua a aplicar en función, entre otros factores, del estado de humedad del suelo o de la planta y de la uniformidad en el reparto de agua del sistema.

El programador actual conecta o desconecta el sistema de riego en función del "programa" que establezca el usuario, en el que se fijan: las horas y los días en que deben iniciarse los riegos y la duración de los mismos (automatización por tiempo).

Tiene la ventaja de que no son programadores muy caros. Su principal inconveniente es que no responden automáticamente a los cambios de las condiciones ambientales o del



cultivo, necesitando reajustes de forma permanente para alcanzar altos niveles de eficiencia.

El programador actual permite la incorporación de dos medidas en este sentido que se basan en integrar dentro del programador de riego actual sensores de humedad que limiten el riego.

### **Medida 1: Incorporación del dispositivo Rain-chek**

Es un dispositivo que monitorea los niveles de lluvia caída y automáticamente anula el controlador para impedir ciclos de riego innecesarios. No cambia los programas de riego, pero automáticamente interrumpe el ciclo de riego cuando la lluvia excede el nivel preseleccionado. El programador retornará a riego automático normal

El dispositivo consiste en sondas sensoras de acero inoxidable ajustables que brindan la flexibilidad de activar el cierre por lluvia con tan solo (3,2 Mm.) de precipitación o cuando la lluvia alcanza o excede un índice de (12,6 Mm.)

Fabricado en plástico resistente a los rayos UV para aumentar su vida operativa en ambientes adversos la colectora de agua es extraíble para poder limpiarla



Ilustración 14 Fotografía de Rain-Check

La evaporación en el Rain- Check es más rápida que en el suelo, por lo que constituye una seguridad contra los encharcamientos. Tan pronto como los electrodos dejan de estar sumergidos en el agua, podrá arrancar un nuevo riego

El programador de riego está preparado para incorporar este sensor tal y como vemos en el siguiente esquema de conexionado:



## Regleta de conexión del programador Dialog +

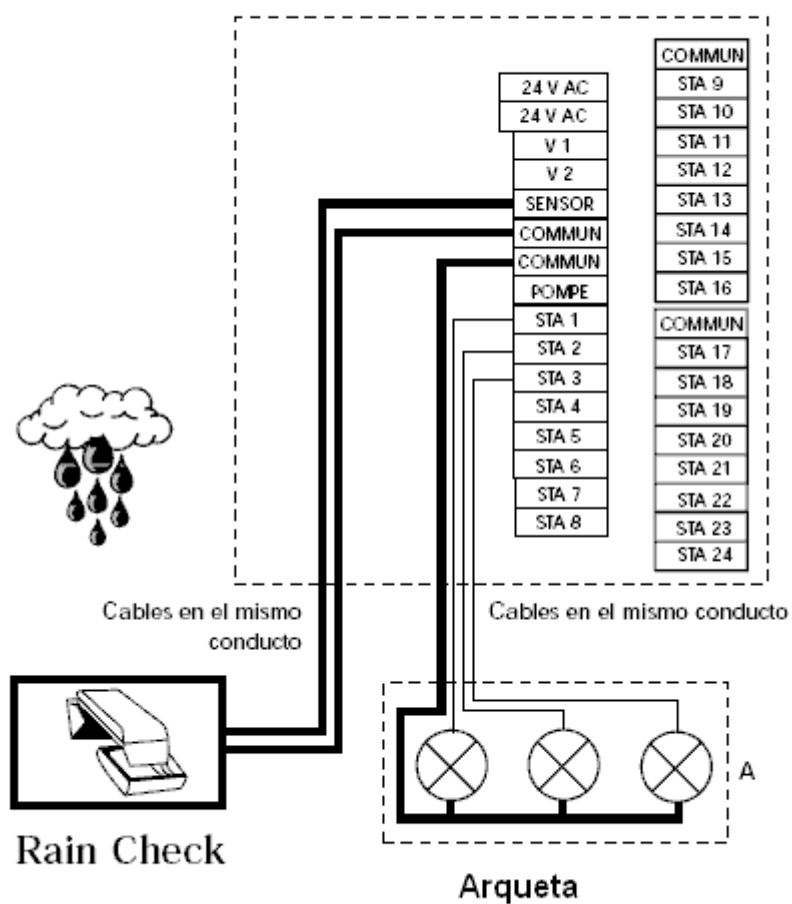


Figura 41 Esquema de conexionado del Rain-check

De esta manera, conseguimos no regar cuando hay precipitaciones.

El dispositivo se instalará en la fachada Este del edificio, en una de las zonas ajardinadas.





## **Medida 2: Incorporación de sondas de humedad en el suelo**

La calidad de las decisiones en el manejo del riego de césped depende directamente de la información que se disponga. La utilización de los sensores de humedad, es una gran herramienta que aporta la correcta información sobre el contenido de humedad en el perfil del suelo.

Este sensor, no constituye un simple aparato para el control del riego. Ofrece mucho más que eso. Generalmente el conocimiento de lo que sucede en el suelo es escaso, sino nulo.

Entonces aquí están los potenciales beneficios:

- Proveen información sobre los niveles de humedad, permitiendo armar el calendario de riego.
- Encendido / apagado de los controladores de riego.
- Determinación de la eficiencia del riego.
- Evaluación y análisis de la demanda de agua de la vegetación.
- Evaluación de efectividad de las precipitaciones
- Ahorro de agua a través de un uso más efectivo del sistema.

El control y operación del sistema de riego de manera que resulte en cantidad o profundidad de agua aplicada en el momento necesario, depende necesariamente de un calendario de riego. Básicamente este consta de cuando y cuanto regar.

Con los sensores de humedad se incluye la medición directa del contenido de humedad del suelo. Vamos a seguir utilizando el programador de riego como hasta ahora pero se incluirá a su vez la medición de los sensores de humedad de tal manera que si se alcanzan niveles críticos se corta el suministro de agua.



El método de trabajo sería el siguiente:

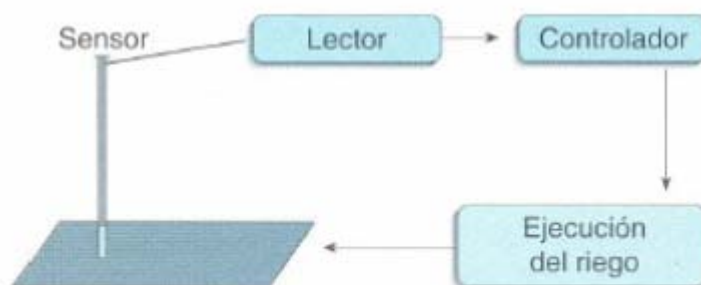


Figura 42 Método de trabajo para el riego con sonda e humedad

Se instalarán los sensores de humedad repartidos por el césped, uno en cada área de riego, se utilizará un transductor de medida (lector) que nos facilitará una medida de 4-20 mA proporcional a la humedad del terreno.

Esta señal de humedad se llevará a un controlador de la marca Honeywell que interpretará todas las medidas de humedad.

Cuando la humedad del terreno sea suficiente enviará un pulso al controlador de riego para evitar que se ponga en funcionamiento.

El controlador de riego dispone de una entrada ON/OFF manual que permite parar el sistema de riego mediante un pulso, una vez que se emite otro pulso se da la orden de que el programador de riego funcione de forma automática.

El sensor de humedad seleccionado es el Sensor de Humedad de Suelo Watemark, se trata de un sensor constituido por dos electrodos concéntricos, envueltos en un material de referencia, protegido por una membrana sintética. El rango de medida es de 10- 200 centibares.



Ilustración 15 Fotografía sonda de humedad del terreno



Generalmente las raíces del césped son superficiales, explora hasta los primeros 20 cm. de profundidad. De manera que para obtener información representativa, el sensor deberá penetrar los primeros 10 cm. del suelo

Los equipos que generalmente se encuentran en el mercado, pueden agruparse de acuerdo a las dos técnicas básicas de medición: de tensión hídrica y volumen de agua.

Los medidores que trabajan con la tensión, están generalmente contruidos de un medio poroso, por ejemplo cerámica que entra en contacto con el suelo y permite realizar una medida física o eléctrica.

Medidores de tipo volumétricos, generalmente utilizan algún tipo de medición eléctrica relacionada con la presencia de propiedades eléctricas asociadas a la existencia de agua en el suelo. Dichas propiedades eléctricas son la por ejemplo la conductividad y resistencia.

En el caso de las sondas de humedad watermark son medidores que trabajan con tensión.

Por lo tanto para la instalación de esta medida será necesario:

- Sondas de humedad edáfica
- Convertidores de señal a 4-20 mA
- Controlador de Honeywell, instalado y programado
- Conectar la salida de Honeywell a la entrada ON/OFF del programador de riego.

Se instalarán tres sondas de humedad edáfica, uno en cada zona del jardín, cubriendo con cada una de ellas, las fachadas Este, Oeste y Sur. Se conectarán dichas sondas de humedad a los convertidores de señal. La salida de estos convertidores de señal se llevará hasta el controlador de Honeywell que se situará en un cuadro eléctrico, a lado del programador de riego.



### 5.1.2.2 ESTUDIO ECONÓMICO DEL USO DE SONDAS DE HUMEDAD PARA RIEGO

Vamos a determinar cuánta cantidad de agua se necesita para el riego, teniendo en cuenta que contamos con varias zonas de césped y algunos árboles donde se utiliza el riego por aspersión y la zona de arbustos que rodea la fachada principal del edificio que utiliza riego por goteo.



Ilustración 16 Fotografía de la zona ajardinada del Edificio 17

Las necesidades hídricas de los cultivos vienen representadas por la evotranspiración (ETP) de los mismos, lo cual es la suma de la transpiración de las plantas y la evaporación del suelo.

Este concepto hace referencia al conjunto de pérdidas de agua en forma de vapor por concepto de evaporación de la lluvia interceptada y transpiración de las plantas.

La vaporización tiene lugar en un espacio que se extiende desde las capas superficiales del suelo hasta la altura extrema alcanzada por la vegetación, denominada superficie evaporante.

Los procesos mencionados, evaporación y transpiración, se influyen mutuamente, por lo que, para poder medir la pérdida de agua sobre superficies vegetadas, es necesario recurrir a este concepto, que suele expresarse en  $\text{m}^3/\text{ha}$ , Mm. de altura de agua, o  $\text{l}/\text{m}^2$



La ETP depende de los siguientes factores (al igual que la evaporación):

- Energía disponible para la vaporización del agua. Radiación solar.
- Déficit de saturación de la atmósfera o déficit hidrométrico.
- Temperatura del aire
- Velocidad y turbulencia del viento
- Naturaleza y estado de la superficie evaporante
- Periodos críticos

El riego representa la cantidad de agua que es necesario aplicar al terreno para compensar el déficit de humedad del suelo durante el periodo vegetativo.

La cantidad de riego se evalúa realizando un balance mensual entre el valor ETP y el la precipitación. De esta manera, según los estudios estadísticos, es necesario aplicar riego entre los meses de Abril y Octubre, no siendo necesario en los demás meses del año.

Los datos se han obtenido de la Agencia Estatal de Meteorología.

En función de la ETP correspondiente a los meses que se necesita riego, se elabora el siguiente cuadro:

Tabla 38 Total de días de riego y litros de agua necesario para el riego del césped

Meses	ETP (día) Mm./día m <sup>2</sup>	ETP X EFICACIA (87%)	ETP (día) Mm./día m <sup>2</sup>	Días previstos de riego	Necesidades Mm./m <sup>2</sup> al mes	Necesidades de agua (litros) del césped 2275 m <sup>2</sup> superficie
Abril	1,72	1,72 X 100/87=1,98	1,98	8	15,84	36.036,00
Mayo	2,83	2,83 X 100/87=3,25	3,25	14	45,5	103.512,50
Junio	4,12	4,12 X 100/87=4,74	4,74	20	94,8	215.670,00
Julio	5,16	5,16 X 100/87=5,93	5,93	31	183,83	418.213,25
Agosto	5,16	5,16 X 100/87=5,93	5,93	31	183,83	418.213,25
Septiembre	4,18	4,18 X 100/87=4,80	4,8	20	96	218.400,00
Octubre	2,58	2,58 X 100/87=2,96	2,96	10	29,6	67.340,00
<b>TOTAL</b>				<b>134</b>	<b>649,4</b>	<b>1.477.385,00</b>



En los meses de julio y agosto se supone que no llueve ningún día, mientras que en el resto de los meses se han descontado los días que estadísticamente llueve más que los Mm. que la planta necesita.

El factor de eficacia representa la eficacia que presenta el riego por aspersión.

Resumiendo la tabla anterior deducimos que el consumo anual para césped sería 649,4 litros /año /m<sup>2</sup>.

Para el cálculo de las necesidades de agua para los arbustos, se comparan las necesidades de agua de estos vegetales con las del césped, y se aplica el coeficiente de cultivo (Kc.) que para arbustos es de Kc. 0,3.

Tabla 39 Consumo anual en Mm. al año ó litros al año de arbustos por m<sup>2</sup>

<b>TAPIZANTES Y ARBUSTOS</b>	$649,4 \times 0,3 = 194,82 \text{ Mm./m}^2 \text{ y año}$
------------------------------	---

Las necesidades de agua para riego serán (teniendo en cuenta que la superficie de riego es 2.275 m<sup>2</sup> para el césped y 600 m<sup>2</sup> para arbustos:

*Césped y árboles:  $649,4 \text{ litros /m}^2 \times 2.275 \text{ m}^2 = 1.477.385 \text{ litros al año}$*

*Arbustos:  $194,82 \text{ litros /m}^2 \times 600 \text{ m}^2 = 116.892 \text{ litros al año}$*

***Necesidades de riego totales: 1.594.277 litros anuales.***

De los datos obtenidos sobre el consumo de agua del edificio, al no disponer de discriminación entre el consumo humano y consumo de agua para riego y siguiendo el mismo criterio que para el uso de perlizadores en el edificio obtenemos el consumo teórico de agua para riego, obteniendo la siguiente tabla comparativa.

Tabla 40 Consumo y excedente de agua en el riego del Edificio

<b>Consumo de agua</b>	<b>Litros</b>
Consumo de agua total del edificio	3.732.000,00
Consumo de agua humano estimado	1.446.000,00
Consumo de agua para riego estimado	2.286.000,00
Necesidades de agua para riego	1.594.277,00
<b>Excedente de agua empleado para riego</b>	<b>691.723,00</b>



Por otro lado a partir de las precipitaciones medias podemos obtener la cantidad de agua recogida en la superficie de riego (2.875 m<sup>2</sup>)

Tabla 41 Niveles máximos y medios de pluviometría mensual de la zona de Getafe.  
Datos de la Agencia Estatal de Meteorología

Mes	Precipitación media (Mm.)	Precipitación media (l/ m <sup>2</sup> )	Prep. Máx. en un día (Mm.)
Enero	34	34	39,2
Febrero	31	31	30,4
Marzo	25	25	28,4
Abril	41	41	55,3
Mayo	44	44	44,9
Junio	26	26	36
Julio	13	13	31,8
Agosto	11	11	46,2
Septiembre	26	26	62
Octubre	40	40	48,4
Noviembre	47	47	43,4
Diciembre	50	50	35,9
<b>TOTAL</b>	<b>388</b>	<b>388</b>	<b>501</b>

*La pluviometría media anual de la zona es : 388 litros / m<sup>2</sup> por año*

*La Superficie de riego se estima en: 2.275 m<sup>2</sup>*

Por lo tanto la cantidad de agua (media) que recoge la superficie de riego (aplicando un coeficiente de aprovechamiento del 0,75) es de:

$$388 \text{ litros / m}^2 \times 2.275 \text{ m}^2 \times 0.75 = 836.625 \text{ litros / año}$$

Si comparamos este valor **836.625 litros/año** de cantidad de agua de lluvia aprovechable con el excedente de agua de nuestro terreno **691.723 litros / año**, podemos asegurar que actualmente no se considera el agua de lluvia en nuestro ciclos de riego.



Vamos a estudiar a continuación la inversión necesaria para cada una de las medidas de eficiencia energética propuestas y el ahorro conseguido en consumo de agua para riego.

### **Medida 1: Incorporación del dispositivo Rain-check**

Este dispositivo nos permitirá tal y como se ha descrito en las especificaciones técnicas, conocer si en el momento en el que se arranca el programa de riego ha llovido, impidiendo la ejecución de ese programa de riego.

El ahorro que se conseguiría sería un tanto por ciento del excedente de agua de riego calculado con anterioridad. No podemos asegurar que se ahorraría el total del excedente de agua de riego actual puesto que con este dispositivo sólo impedimos que se ejecute el programa de riego si ha llovido con anterioridad o en un momento próximo a la ejecución del riego.

Según las especificaciones del fabricante se pueden obtener ahorros de hasta un 10%, lo cual supondría frente al total del agua de riego consumida 2.286.000 litros al año.

A continuación veremos la tabla resumen, donde se indica la inversión necesaria para esta medida de eficiencia en agua de riego, el ahorro conseguido del 10% sobre el consumo de agua actual, su ahorro económico derivado de la disminución de dicho consumo y por tanto el tiempo de retorno de la inversión

Tabla 42 Cálculo del retorno de la inversión por el uso de dispositivo Rain-check

<b>Medida 1. Incorporación del dispositivo Rain-check Cálculo del retorno de la Inversión</b>	
Inversión	859,09 €
Ahorros estimados en consumo de agua de riego(10 % )	228 m <sup>3</sup>
Ahorros estimados en costes (% sobre la factura anual de agua)	6,12 %
<b>Retorno de la Inversión (años)</b>	<b>3,15</b>

El cálculo económico de los ahorros se ha conseguido aplicando el precio medio anual por m<sup>3</sup> de agua (1,19 €/ m<sup>3</sup>) a los m<sup>3</sup> ahorrados.

El desglose del cálculo de la inversión puede verse con más detalle en el **Anexo XI de presupuestos** del presente documento, donde se indican los costes por la instalación del Rain- check y el cableado necesario hasta el regulador de riego.





## Medida 2: Incorporación de sondas de humedad en el suelo

Esta medida nos permitirá conocer en todo momento el nivel de humedad del terreno, lo cual permitirá saber si ha llovido y si el riego empleado es suficiente para el terreno, por lo tanto podremos ajustar el ciclo de riego y ajustarlo a las necesidades reales del terreno.

Se ha estimado que el sistema nos permitiría aprovechar casi con toda seguridad el agua de lluvia, por lo tanto, ahorraríamos de una forma aproximada, la misma cantidad de agua de lluvia caída ya que resultaría innecesario el riego.

El ahorro sería el excedente de agua de riego calculado con anterioridad, que se estima en 690.000 litros /año.

Lo que supone un ahorro del 30% del consumo de agua de riego actual, que es de 2.286.000 litros /año..

A continuación veremos la tabla resumen, donde se indica la inversión necesaria para esta medida de eficiencia en agua de riego, el ahorro conseguido del 30% sobre el consumo de agua en riego, el ahorro económico derivado del ahorro en consumo y por tanto el tiempo de retorno de la inversión.

Tabla 43 Cálculo del retorno de la inversión por el uso de sondas de humedad en el suelo

<b>Medida 2. Incorporación sondas de humedad en el suelo</b> <b>Cálculo del retorno de la Inversión</b>	
Inversión	3.664,27 €
Ahorros estimados en consumo de agua de riego (30 %)	690 m <sup>3</sup>
Ahorros estimados en costes (% sobre la factura anual de agua)	18,41 %
<b>Retorno de la Inversión (años)</b>	<b>4,46</b>

El cálculo económico de los ahorros se ha conseguido aplicando el precio medio anual por m<sup>3</sup> de agua (1,19 €/ m<sup>3</sup>) a los m<sup>3</sup> ahorrados

El desglose del cálculo de la inversión puede verse con más detalle en el **Anexo XI de presupuestos** presente documento donde se indica los costes para la instalación de tres sondas de humedad, una en cada zona de jardín del edificio y el cableado de las mismas hasta los transductores de 0-20 mA, así como la instalación de un controlador Honeywell para la interpretación de dichas medidas.



### 5.1.3 CAPTACIÓN DE AGUAS PLUVIALES

Cada vez más se hace patente que es posible realizar una mejor gestión del agua mediante posibles fuentes alternativas de captación como es el caso del agua de lluvia.

Puede suponer un ahorro importantísimo en el consumo de agua.

En el caso del Edificio 17, para utilizar una fuente alternativa de abastecimiento de agua para el riego, se presentan las especificaciones técnicas más importantes de un sistema de captación de lluvia.

El agua de lluvia presenta una serie de características ventajosas:

- Por una parte es un agua extremadamente limpia en comparación con las otras fuentes de agua dulce disponibles.
- Por otra parte es un recurso esencialmente gratuito e independiente totalmente de las compañías suministradoras habituales.
- Precisa de una infraestructura bastante sencilla para su captación, almacenamiento y distribución.

#### 5.1.3.1 ESTUDIO TÉCNICO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUAS PLUVIALES

Para diseñar un sistema de captación y reutilización de agua de lluvia adaptado a las necesidades concretas de cada situación particular es muy recomendable realizar en primer lugar un **estudio personalizado de aprovechamiento de agua de lluvia** que nos ayudará a determinar los **equipos necesarios** a instalar.

El diseño básico de recogida de aguas pluviales consta de los siguientes elementos:

- 1.-Cubierta: En función de los materiales empleados tendremos mayor o menor calidad del agua recogida.
- 2.-Canalones y sumideros: Para recoger el agua y llevarla hacia el depósito de almacenamiento. Antes de las bajantes se aconseja poner algún sistema que evite entrada de hojas y similares.
- 3.-Filtro: Necesario para hacer una mínima eliminación de la suciedad y evitar que entre en el depósito o cisterna.



4.-Depósito: Espacio donde se almacena el agua ya filtrada. Su lugar idóneo es enterrado o situado en el sótano del edificio, evitando así la luz (algas) y la temperatura (bacterias). Es fundamental que posea elementos específicos como deflector de agua de entrada, sifón rebosadero antiroedores, sistema de aspiración flotante, sensores de nivel para informar al sistema de gestión, etc.

5.-Bomba: Para distribuir el agua a los lugares previstos. Es muy importante que esté construida con materiales adecuados para el agua de lluvia, e igualmente interesante que sea de alta eficiencia energética.

6.-Sistema de gestión agua de lluvia-agua de red: Mecanismo por el cual tenemos un control sobre la reserva de agua de lluvia y la conmutación automática con el agua de red. Este mecanismo es fundamental para aprovechar de forma confortable el agua de lluvia.

A continuación se expone los cálculos necesarios para el dimensionamiento de la instalación, se tratan de cálculos aproximados que nos servirán para hacernos una idea, a priori, de los elementos necesarios.

El edificio cuenta con bajantes específicas para recogida de aguas pluviales desde la cubierta totalmente independientes de las bajantes de aguas grises y fecales. También dispone de sistema para evitar la entrada de hojas.

Estas bajantes llegan hasta el sótano del edificio, por lo que existe captación de agua de lluvia en el edificio.

#### **5.1.3.1.1 Depósito de recogida de aguas pluviales**

El depósito de almacenamiento de aguas pluviales es el componente del sistema que determina la capacidad de almacenaje de agua de lluvia, es decir, la cantidad máxima de agua de lluvia que se podrá aprovechar en un momento determinado. A su vez, es normalmente el equipo más caro del sistema y debe ser preferentemente instalado bajo tierra para evitar la luz solar y el calor que nos generarían problemas de proliferación de microorganismos no deseados.

Es de vital importancia dimensionarlo correctamente, de manera que se pueda aprovechar el máximo de agua posible, sin sobredimensionar el equipo incurriendo en costes innecesarios. Por ello, se recomienda la realización de un estudio de posibilidades de aprovechamiento del agua de lluvia, en el que se contemplen siempre el histórico de pluviometría de la zona.

Los niveles de pluviometría de la zona son los que se observan en la Tabla 41 Niveles máximos y medios de pluviometría mensual de la zona de Getafe. Datos de la Agencia Estatal de Meteorología, donde nos indican que la pluviometría media anual de la zona es de: **388 litros / m<sup>2</sup> por año**



La Superficie de recogida de agua en la cubierta es de: 3.100 m<sup>2</sup>

Por lo tanto la cantidad de agua (media) que podremos recoger al año es:

*Nivel de pluviometría media al año por m<sup>2</sup> x Superficie x Factor de corrección.*

$$388 \text{ litros /m}^2 \times 3.100 \text{ m}^2 \times 0.8 = \mathbf{962.240 \text{ litros al año}}$$

El factor de corrección empleado de 0.8 se refiere al factor de aprovechamiento de la cubierta que al tener grava y hormigón se ha determinado en este valor.

Se observa que las necesidades de riego son muy superiores a la cantidad de agua media que se puede recoger a lo largo del año.

El agua de lluvia recuperada (si se recogiera toda) sería el 58% de agua de las necesidades de riego.

La capacidad del depósito se calculará teniendo en cuenta la cantidad de agua recogida al año y el periodo de reserva, que es el tiempo que tendremos el agua disponible sin que llueva.

### **Capacidad del Depósito:**

*Cantidad de agua recogida en cubierta (al año) x Periodo de reserva (días) / 365 días*

$$962.240 \text{ litros al año} \times 30 \text{ Días (Periodo de reserva)} / 365 \text{ días} = \mathbf{79.088 \text{ litros}}$$

Es importante no sobredimensionar el tanque puesto que es necesario que rebose algunas veces al año para mantener la superficie del agua limpia, por lo que se elegirá un depósito de aproximadamente 67.500 litros de capacidad.

### **Ubicación del depósito:**

El depósito de recogida de aguas pluviales será enterrado a una profundidad de 4,50 metros con respecto a la rasante actual del terreno.

Su ubicación será la zona ajardinada al Norte de la fachada Este, en la zona ajardinada y próximo a la salida de la red de evacuación de aguas pluviales existente del edificio (Ver plano en **Anexo VII**)

### **Construcción del depósito:**

El depósito será construido en hormigón armado con unas dimensiones interiores de:



*9 metros x 3 metros x 3 metros.*

La solera tendrá una dimensión de :

*10,50 metros x 4,50 metros y 30 cm. de espesor.*

Los muros serán de 25 cm. de espesor

Llevará un forjado de 30 cm. con su correspondiente capa de compresión e impermeabilización exterior.

El depósito irá impermeabilizado en todo su interior.

Dispondrá de las correspondientes arquetas de acometida de agua, salida de agua (como rebosadero), boca de hombre para inspección y arqueta para grupo moto-bomba.

La parte superior con terreno natural con zona ajardinada de entre 50 y 60 cm. de espesor sobre el techo del depósito.

El detalle sobre la construcción del depósito puede verse en el **Anexo VII** del presente documento.

La bomba irá conectada a la red actual de riego donde se realizará una arqueta para instalar una válvula de tres vías que tendrá como misión permitir el paso de agua desde la red de riego actual (agua del canal) o la red de riego conectada al depósito acumulador (aguas pluviales).

La elección de la utilización del tipo de agua lo determinará una sonda de nivel de agua instalada en el depósito acumulador que cuando el nivel sea mínimo dará orden a la válvula de tres vías para dar paso al agua del canal.

#### **Elementos accesorios:**

Junto con los sistemas de recogida, impulsión y control, para el buen funcionamiento de un sistema de recogida de aguas pluviales es altamente recomendable disponer de una serie de elementos accesorios. Cada uno de estos pequeños elementos evitará un posible problema a medio plazo o bien asegurará una mejor conservación o entrega de agua de más calidad.



- Filtro en línea

Fabricado en polietileno, con elemento filtrante de cartucho de acero. Paso del filtro 0,35 Mm. que elimina partículas de mayor tamaño, disponiendo de esta forma de agua más limpia.



Figura 43 Filtro de línea para depósito de recogida de aguas pluviales.

- Deflector de entrada

Este elemento es esencial para evitar que la entrada de agua en la cisterna provoque un remolino en el poso sedimentado. Esto implicaría que la toma de agua posterior podría ser de peor calidad, arriesgándonos a generar problemas innecesarios.



Figura 44 Deflector de entrada de depósito de recogida de aguas pluviales



- Sifón Anti-roedores

Sifón para evacuar el exceso de agua que pueda entrar en un momento determinado. Es importante que este sifón lleve incorporado un sistema especial para evitar la posible entrada de pequeños animales que, en busca del agua, podrían entrar en el sistema.



Figura 45 Sifón anti-roedores para depósito de recogida de aguas pluviales

- Aspiración flotante

Tubo en espiral de termoplástico antigérmenes, que permite la aspiración del agua más limpia unos 15 cm. por debajo del nivel de la misma. Esto nos garantiza poder suministrar el agua de más calidad que dispongamos en cada momento, evitando turbulencias y agitaciones innecesarias.



Figura 46 Aspiración flotante para depósito de recogida de aguas pluviales



### 5.1.3.2 ESTUDIO ECONÓMICO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUAS PLUVIALES

En el **Anexo XI** de presupuestos del presente documento podemos ver en detalle la inversión necesaria para la realización del sistema de captación de aguas pluviales.

La estimación del ahorro en agua se basa en la capacidad de almacenamiento del depósito.

Al tratarse de un depósito de 67.500 litros, nos indica que la capacidad de recogida de agua al año y por tanto el ahorro en agua del canal será:

$$\text{Capacidad de recogida} = \text{Capacidad del depósito} \times 365 \text{ días} / (\text{Periodo de reserva})$$

$$\text{Capacidad de recogida de aguas pluviales} = 67500 \text{ litros} \times 365 \text{ días} / 30 \text{ días} = \mathbf{821.250 \text{ litros} / \text{año}}$$

Esta cantidad de agua aprovechable de la lluvia supone un ahorro de:

- 36% sobre consumo de agua actual para riego que es de 2.286.000 litros al año.

A continuación veremos la tabla resumen, donde se indica la inversión necesaria para esta medida de eficiencia en agua de riego, el ahorro conseguido del 36% sobre el consumo de agua de riego, el ahorro económico derivado del ahorro en consumo y por tanto el tiempo de retorno de la inversión.

Tabla 44 Cálculo del ahorro en agua por la instalación de un sistema de Captación de Aguas pluviales

Sistema de Captación de Aguas pluviales	
Inversión	61.500,00 €
Ahorros estimados en consumo de agua de riego (36 %)	821 m <sup>3</sup>
Ahorros estimados en costes (% sobre la factura anual de agua)	21,99 %
<b>Retorno de la Inversión (años)</b>	<b>&gt; 20 años</b>

El cálculo económico de los ahorros se ha conseguido aplicando el precio medio anual por m<sup>3</sup> de agua (1,19 €/m<sup>3</sup>) a los m<sup>3</sup> ahorrados





El desglose del cálculo de la inversión puede verse con más detalle en el **Anexo XI de presupuestos**

Como podemos observar el retorno de la inversión es a muy largo plazo, más de 20 años, ya que aunque el ahorro conseguido sobre el consumo de agua de riego es de un 36%, la inversión necesaria es muy elevada.

Esta medida de ahorro energético resultaría interesante si se realizase en el momento de construcción del edificio puesto que la inversión sería mucho menor.

Por otro lado, esta medida de eficiencia energética aunque no resulta rentable a corto plazo desde el punto de vista económico, sí que nos permitirá realizar una racionalización y un consumo responsable del agua, un recurso escaso en nuestro entorno. Se trata sobre todo de una responsabilidad social, personal y ecológica.



#### **5.1.4 RECOMENDACIONES Y BUENAS PRÁCTICAS.**

A continuación se exponen algunas recomendaciones y buenas prácticas a modo de consejos para economizar agua. Su aplicación no es sólo para el edificio objeto del proyecto sino que son consideraciones generales a tener en cuenta en ampliaciones u otros edificios de la Universidad.

##### **Recomendaciones generales:**

- Promover una mayor participación en la conservación del medio ambiente por medio de actividades de educación ambiental, para usuario y para subcontratas, realizando campañas de educación y procesos respetuosos, en su trabajo cotidiano, con ejemplos concretos, refutables y discriminatorios (Si se hace mucho hincapié en una tendencia y/o técnica mal utilizada, la persona que lo ejecuta se sentirá mal internamente cuando lo practique).
- Diseñar y colocar pegatinas de sensibilización y uso correcto de equipos economizadores, por ejemplo inodoros y/o sistemas especiales.
- Repare los grifos, válvulas o tuberías que goteen, una gota por segundo equivale a 1.200 litros/año.
- Instalar contadores de consumo de agua diferenciando las diferentes zonas de consumo y realizar lecturas periódicas de las mismas.
- Existe bonificación por el Canal de Isabel II por ahorro de consumo. Si el consumo es inferior al del año anterior se aplica un ahorro del 10% del importe del ahorro realizado en la parte variable de la tarifa de aducción, distribución, alcantarillado, y depuración prestados por el Canal de Isabel II. Se aplicará una única vez durante el segundo bimestre del año.

##### **En jardinería y riego:**

- No es recomendable regar sistemáticamente. Un programa fijo de riego no contempla las necesidades reales del césped y puede resultar perjudicial.
- La hora ideal para el riego es por la noche, para evitar evaporaciones.
- El riego por aspersión produce más pérdidas que el riego por goteo o las cintas de exudación. La manguera manual también supone mucho desperdicio, pero es adecuado para aquellas plantas resistentes que se riegan manualmente muy de tarde en tarde.



- Al diseñar y/o reformar el jardín, agrupar las especies según su demanda de agua. Se tendrá de esta forma zonas de necesidades altas, medias y bajas.
- Elegir especies autóctonas que con la lluvia puedan vivir sin precisar riego alguno, o que no se mueran en períodos largos de sequía

#### **En limpieza:**

- Realizar la limpieza de las instalaciones en seco, mediante: aspiración, barrido con cepillos amplios, máquinas barredoras automáticas, etc.
- Si se necesita agua a presión para realizar la limpieza de determinada área, será preferible utilizar equipos presurizados de alta presión, que ofrecen más de 140 y 190 bares de presión, con un caudal de agua de menos de 7 a 10 litros por minuto (sería equivalente a un grifo), mientras que una manguera consumirá más de 30 litros por minuto (más de 75% de ahorro). Todo ello con mucha más eficacia.
- No utilizar mangueras para refrescar zonas, pues si están muy calientes se evaporará el agua muy rápidamente y los cambios bruscos de temperatura pueden crear problemas de dilatación.
- Realice las operaciones de limpieza inmediatamente después de la utilización del equipo para evitar que la suciedad se reseque.

#### **En puntos de consumo:**

- Instalar equipos termostáticos siempre que sea posible, pues aumentan el confort y ajustan el consumo energético a la demanda real.
- Instalar equipos temporizados e implementar medidas correctoras del consumo, como perlizadores, alcachofas de ducha ecológicas, reductores volumétricos, etc., reducirá espectacularmente los consumos.
- Seleccione los equipos que consuman menos agua cuando se realice una compra o sustitución



## 5.2 MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ILUMINACIÓN

La energía eléctrica consumida en iluminación es una parte importante del total de la energía consumida en el edificio. Su contribución en el balance energético total del edificio oscila entre un 13%. Sin embargo, los costes asociados al alumbrado pueden llegar a suponer el 40% de la factura eléctrica total.

Cualquier mejora que introduzcamos en la iluminación del edificio inmediatamente nos aportará un ahorro de recursos económicos y de mantenimiento.

El alumbrado a su vez debe suministrar el nivel de iluminación adecuado para cada actividad. No debemos olvidar, que la iluminación más económica y que mejor calidad ofrece es la iluminación natural. La combinación correcta de iluminación natural y la artificial nos aportará importantes ahorros económicos y un aumento del confort del establecimiento.

Las medidas de ahorro energético en iluminación irán enfocadas a los siguientes campos:

- Niveles de iluminancia: Con el transcurso del tiempo, las lámparas van perdiendo eficiencia por envejecimiento. Por otra parte, tanto en las lámparas como en las luminarias se va acumulando polvo, lo que trae como consecuencia una reducción del flujo luminoso que llega al plano de trabajo. Por tanto, deben plantearse programas de renovación periódica de lámparas y de limpieza también periódicas de éstas y de las luminarias, los cuales pueden hacerse de forma conjunta. La medida de ahorro energético propuesta es el cambio masivo de luminarias así como el cambio de balastos electromagnéticos a balastos electrónicos que aumentarán la eficacia luminosa al suponer un menor consumo de energía para la misma luminosidad.
- Tiempo de ocupación: El tiempo de ocupación tiene mucho que ver con el consumo de energía eléctrica, así la permanencia de la instalación encendida cuando no hay personas dentro de dicho recinto es uno de los mayores despilfarros energéticos. La medida de ahorro energético propuesta es la instalación de detectores de presencia en el garaje del edificio y el control manual sobre el encendido y apagado del alumbrado de seguridad que está permanentemente encendido.
- Aportación de luz natural: Se estudiará la superficie acristalada, la orientación del edificio respecto al sol, en resumen todo aquello que suponga una aportación de luz natural. La medida de ahorro energético propuesta es la regulación de la luminosidad de varias luminarias en función del aporte de luz natural.



### 5.2.1 CAMBIOS MASIVOS DE ALUMBRADO

Con esta medida se pretende mejorar y mantener el nivel de iluminancia de las instalaciones.

A continuación se estudiará la justificación técnica de esta propuesta y los ahorros estimados que pueda acarrear.

#### 5.2.1.1 ESTUDIO TÉCNICO DEL CAMBIO MASIVO DE ALUMBRADO

Tal y como hemos observado en las mediciones realizadas con luxómetro sobre el edificio, existen zonas donde los niveles de luminosidad están por debajo de lo exigido por la norma.

Se observa en estas mediciones que la zona de aulas, si bien se encuentra por debajo de la norma la diferencia con respecto a esta no supera el 15%. Se achaca esta disminución de la luminosidad al desgaste de las lámparas cuya iluminación va decayendo con el tiempo y a la suciedad acumulada en luminarias.

Cuando se instala una lámpara nueva, ésta tiene un rendimiento lumínico determinado; es decir, por cada Watt se produce una cierta cantidad de flujo luminoso.

Este rendimiento no se mantiene en el tiempo, sino que va disminuyendo paulatinamente, debido, por una parte, al envejecimiento propio de la lámpara y, por otra, al ensuciamiento de la misma y del reflector.

En un tubo fluorescente, por ejemplo, la pérdida de rendimiento por envejecimiento es relativamente pequeña, oscilando entre un 2 y un 3% cada 1000 h

El efecto del ensuciamiento de las lámparas y de los reflectores es muy superior. Así en un tubo fluorescente, por ejemplo, la pérdida de rendimiento por ensuciamiento incluyendo el propio envejecimiento, se sitúa normalmente entre un 15 y 20% cada año, pudiendo ser muy superior en ciertos casos extremos.

Actualmente, los cambios de lámparas se realizan de forma puntual, existen diversas revisiones realizadas por personal de seguridad, limpieza...quienes deben informar mediante formularios quincenales o mensuales de si existe alguna luminaria fundida. Una vez recibido los formularios por personal de mantenimiento del edificio se generan unos partes de mantenimiento correctivo para solucionar dichos problemas puntuales.

Con el cambio masivo de alumbrado se pretende cambiar todas las lámparas del edificio por otras lámparas más eficientes y aprovechar el cambio para realizar la limpieza de luminarias. Como veremos más adelante se propone también el cambio de los balastos



electromagnéticos por balastos electrónicos, este cambio se podrá realizar de forma paralela al cambio de luminarias para aprovechar los recursos humanos en ambas tareas.

Se observa en la siguiente gráfica la evolución de los costes a lo largo de la vida útil de la lámpara.

El momento óptimo para la reposición de todas las lámparas es cuando termine el tiempo de vida útil de la lámpara. En ese momento la inversión será mayor y puntual pero no hay un crecimiento exponencial de los costes a lo largo del tiempo como ocurriría en el caso de reposiciones puntuales.



Figura 47 Gráfica sobre evolución de los costes de sustitución de luminarias

Las ventajas del cambio masivo de alumbrado son:

- Menor número de alteraciones del ritmo de trabajo que con la reposición puntual
- Menores costes de mano de obra
- Los niveles de iluminación son siempre óptimos
- El color de las lámparas es siempre uniforme
- Reduce la complejidad del inventario
- Permite presupuestar y controlar los gastos de mantenimiento de la iluminación



Como hemos visto en las mediciones con luxómetro, la zona de aulas se encuentra muy cerca de lo exigido por la norma, por lo que se supone que con la limpieza de luminarias y el cambio masivo conseguiremos los niveles de luminosidad adecuados.

Sin embargo en la zona de escaleras y sótano, el nivel está muy por debajo de lo exigido por la norma, sería necesario realizar un estudio lumínico en estas zonas e incluso plantearse el cambio del tipo de iluminación por otra más eficiente lumínicamente, es decir con mayor flujo luminoso. Puede suponer un cambio no sólo en la lámpara sino también en la luminaria.



### 5.2.1.2 ESTUDIO ECONÓMICO DEL CAMBIO MASIVO DE ALUMBRADO

A continuación se estudiará el coste que supone el cambio de luminarias de forma puntual y el coste del cambio masivo de las mismas.

Partimos de los siguientes datos de número de lámparas y horas de funcionamiento obtenidas del inventario realizado a las instalaciones y de los horarios de funcionamiento según el sistema de control Honeywell que maneja el encendido y apagado de luminarias.

Los datos sobre la vida útil del fluorescente L-36W/840, marca Osram se han obtenido de las hojas de características del fabricante.

DATOS DE FUNCIONAMIENTO DE PARTIDA		
Nº de lámparas	805	Lámparas
Horas de funcionamiento al día	14	horas/día
Días al año	305	días/año
TOTAL HORAS AÑO	4.270	horas/año
Vida útil Fluorescente actual	12.000	horas
Duración Fluorescente actual	3,0	años

El estudio económico del cambio de lámparas según se van fundiendo implica considerar el tiempo de cambio de una lámpara utilizado por un oficial. En este caso, en el que el edificio dispone de personal a disposición del centro, el coste de la mano de obra no resulta tan elevado como en el caso de lugares donde fuera necesario el desplazamiento de un operario desde otros centros ó donde la luminaria estuviera en lugares difícilmente accesibles ( por altura...) que supusiera la necesidad de medios auxiliares de elevación..., lo cual incrementaría el precio de cambio por luminaria.

OPCION 1. CAMBIO DE LÁMPARAS SEGÚN SE VAN FUNDIENDO		
Tiempo medio de cambio cuando se funden una a una	0,4	horas
Tiempo cambio total lámparas	322	horas
Coste/hora oficial	13,40	euros
COSTE MANO DE OBRA	4.314,80	euros
Coste/lámpara + cebador (Valor Medio)	8,10	euros
COSTE TOTAL LAMPARAS	6.520,50	euros
<b>COSTE TOTAL CAMBIO UNA A UNA</b>	<b>10.835,30</b>	<b>EUROS</b>

Los precios de las lámparas incluyen los 0.30 € de cargo de RAE.





El estudio económico del cambio masivo supone el mismo coste en lámparas, puesto que antes o después del coste se va a realizar. En el caso del cambio masivo el coste de las lámparas se realizará de una forma puntual

<b>OPCION 2. CAMBIO MASIVO DE LÁMPARAS SEGÚN VIDA ÚTIL</b>		
Cambio y limpieza Programados:	3,57	Euros/UD.
COSTE MANO DE OBRA	2.873,85	euros
Coste/lámpara + cebador (Valor Medio)	8,10	euros
COSTE TOTAL LAMPARAS	6.520,50	euros
<b>TOTAL CAMBIO MASIVO:</b>	<b>9.394,35</b>	<b>EUROS</b>

El coste de 1 cambio lámparas implica el coste de la lámpara, la mano de obra, la limpieza de la luminaria y el cebador.

El ahorro conseguido se debe extrapolar a los tres años, que es la vida útil de la lámpara, y en los que finalmente se habrán realizado los cambios puntuales de forma progresiva a lo largo de los años.

<b>AHORROS CONSEGUIDOS CON EL CAMBIO MASIVO</b>		
AHORRO CON CAMBIO MASIVO (EN CADA CICLO 3 AÑOS)	1.440,95 €	EUROS
AHORRO CON CAMBIO MASIVO (CADA AÑO)	480,32 €	EUROS

No sólo es importante ver el ahorro conseguido a lo largo de un año sino también ver que a lo largo de este tiempo se ha ofrecido una mejora de calidad y servicio al usuario final del edificio ya que cuenta con una luminosidad más eficiente y más uniforme desde el primer momento.

La inversión en lámparas va a ser la misma en ambos casos. La única diferencia es que en el cambio masivo se va a realizar de forma puntual. La diferencia está en el coste de la mano de obra, que en el caso de los cambios masivos resulta un 33% menos que con los cambios puntuales.



### 5.2.2 CAMBIO A BALASTOS ELECTRÓNICOS

Los balastos (o reactancias) son dispositivos empleados para limitar y estabilizar la corriente de arco de las lámparas de descarga.

Se utilizan también para generar las tensiones necesarias para el encendido de las lámparas, ya sean solos o en combinación con arrancadores o condensadores.

Los balastos son en sí mismos impedancias, por lo que teóricamente podría haber de varios tipos: inductivas, resistencias o combinación entre ellas. No obstante, en la práctica se utilizan casi en exclusividad los balastos de tipo inductivo y en algunos casos los inductivo-capacitivos. Los balastos resistivos no se utilizan debido a las elevadas pérdidas en forma de calor que ocasionarían y los capacitivos por deformar grandemente la forma de onda de la corriente de lámpara y dar por ello baja potencia en la misma.

Como complemento a estos tipos enumerados están los balastos electrónicos, que combinan en sí mismos el sistema de encendido, compensación y regulación de corriente en la lámpara consiguiéndose consumos menores de potencia.

Las lámparas fluorescentes necesitan estos equipos auxiliares para funcionar.

A continuación vamos a realizar el estudio técnico del uso de balastos electrónicos indicando las principales ventajas de su utilización frente a los balastos electromagnéticos existentes actualmente en la instalación para posteriormente realizar estudio económico con los ahorros estimados en el edificio.



### 5.2.2.1 ESTUDIO TÉCNICO DEL USO DE BALASTOS ELECTRÓNICOS

Actualmente todas las luminarias (excepto garaje) disponen de balastos electromagnéticos junto con arrancadores o cebadores. La gran desventaja de este tipo de sistemas es que son poco eficientes desde el punto de vista del consumo de energía.

Los balastos electrónicos ofrecen numerosas e importantes ventajas en comparación con los balastos electromagnéticos tradicionales:

- Las pérdidas de potencia en los balastos electromagnéticos oscilan entre una 6-7 % hasta un 20% mientras que los balastos electrónicos puros son de 0 vatios, de esta manera conseguimos un ahorro energético.
- Ahorros de coste: reducción del consumo de energía en aproximadamente un 25% duración de la lámpara considerablemente mayor y reducción notable de los costes de mantenimiento.
- Al confort general de la iluminación, añaden lo siguiente: no produce parpadeos; un interruptor de seguridad automático desconecta el circuito al acabar la vida de la lámpara evitando los intentos de encendidos indefinidos. El encendido de la lámpara rápido y fluido está garantizado y se evita el potencialmente peligroso efecto estroboscópico.
- Mayor seguridad mediante la detección de sobrecargas de voltaje, una temperatura de funcionamiento significativamente inferior y en la mayoría de los tipos, un control de protección de la tensión de red de entrada.
- Más flexibilidad: con los balastos de regulación, las instalaciones con lámparas fluorescentes pueden regularse, lo que permite el ajuste de los niveles de iluminación de acuerdo a las preferencias personales.
- Las unidades de balastos electrónicos son más ligeras y relativamente sencillas de instalar comparadas con los balastos electromagnéticos y requieren menos cableado y componentes de circuito (no hay cebadores).
- El funcionamiento de los balastos electrónicos a alta frecuencia, por encima de 16Khz hace aumentar la eficacia del tubo en un 10%
- Más vida útil en las lámparas: se puede conseguir hasta un 50% más de vida en las lámparas. Esto se traduce en menos reposiciones de lámparas y, por lo tanto, menos, residuos y consumo de materias primas. Y por supuesto un importante ahorro en costes de mantenimiento.



- Menor generación de calor residual: los balastos electrónicos funcionan a una temperatura más baja, con lo que tendremos un ahorro en climatización.
- Mayor simplicidad: un balasto agrupa todos los componentes de un equipo de lámparas de fluorescencia, siendo más sencilla su instalación y mantenimiento.

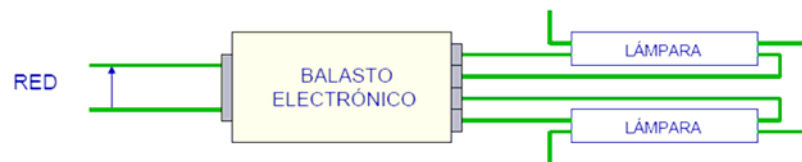


Figura 48 Conexión de balasto electrónico a dos lámparas fluorescentes

Lo que se propone es un cambio de los balastos electromagnéticos por balastos electrónicos. Este cambio se realizará de forma paralela al cambio masivo de alumbrado.



### 5.2.2.2 ESTUDIO ECONÓMICO DEL USO DE BALASTOS ELECTRÓNICOS

El estudio económico que se presenta a continuación se basa en la comparativa entre el consumo actual con balastos electromagnéticos y la reducción del consumo con el uso de estos. Será necesario estudiar la inversión necesaria a realizar para la utilización de los mismos y cuánto tiempo se necesitaría para recuperar dicha inversión.

El cambio de los balastos supone realizar manipulaciones sobre cada una de las luminarias por lo que resulta interesante estudiar además de cambiar el balasto electrónico, cambiar el tipo de lámpara por otra más eficiente o por otras cuya vida útil fuera mayor.

Partimos con los siguientes datos de la instalación:

DATOS DE FUNCIONAMIENTO DE PARTIDA			OBSERVACIONES
Horas al día	14	horas/día	Horario de habilitación 7-24:00
Días al año	305	días/año	Todos los días del año menos domingos y festivos
<b>TOTAL</b>	<b>4270</b>	<b>horas/año</b>	

Los distintos tipos de lámparas entre los que vamos a realizar la comparativa son:

- Lámpara actual, marca Osram, tipo Lumilux 36Wó 58W/840.
- Lámpara Eco, marca Philips, tipo TLD-Eco, Estas lámparas tienen las mismas características que la lámpara actual en cuanto a su vida útil, depreciación, flujo luminoso pero ahorran más de un 10% de energía, al consumir menos energía.
- Lámpara Xtra, marca Philips, tipo Master TLD- Xtra, estas lámparas han sido desarrolladas para garantizar una larga vida útil. Su fiabilidad permite conseguir los máximos beneficios mediante la reducción de los costes de mantenimiento. Son intercambiables con las lámparas actuales.

A continuación se muestra el consumo en energía que supone cada tipo de lámpara con balasto electromagnético (EM) o balasto electrónico (HF-P)



Se observa una disminución en el consumo utilizando balasto electrónico y todavía más si la lámpara utilizada es del tipo ECO.

Consumo por luminaria (Lámpara + Balasto)			
Tipo de Balasto empleado	Lámpara de 58 W	Lámpara 36 W	Lámpara 18 W
Balasto EM (tipo C)	70 W	48 W	30 W
Balasto HF-P	56 W	37 W	19 W
Balasto EM (tipo C) con lámpara ECO	63 W	44 W	27 W
Balasto HF-P con lámpara ECO	51 W	32 W	15 W

Por otro lado el hecho de utilizar balasto electrónico alarga la vida útil de la lámpara, lo cual será importante tenerlo en cuenta si se realizan cambios masivos para determinar la fecha del siguiente cambio masivo de alumbrado.

Los cambios programados de las lámparas se han calculado teniendo en cuenta la vida útil de las mismas y sus horas de funcionamiento.

Duración Lámparas		
Con Balasto EM	Vida útil de la lámpara	Cambios programados Lámparas
Lámpara actual:	12000 horas	3 años
Xtra:	24000 horas	9 años
TLD-ECO	12000 horas	3 años
Con HF-P		
Lámpara actual:	17000 horas	5 años
Xtra:	47000 horas	13 años
TLD-ECO:	17000 horas	4 años

Se muestra a continuación el consumo eléctrico anual para los distintos tipos de lámparas y para los distintos balastos propuestos.

Dado que se desconoce la fracción de la factura eléctrica correspondiente a la iluminación, en la siguiente tabla se ha ejemplificado la comparación con un coste de **0.085 €/ Kwh**.

Se observa como disminuye el consumo eléctrico anual y por tanto la facturación anual si utilizamos balastos electrónicos, siendo el consumo menor si combinamos la utilización de balasto electrónico y lámparas de tipo ECO.



Consumo Eléctrico Anual			
Con Balasto EM	Lámpara de 58 W	Lámpara 36 W	Lámpara 18 W
Consumo de la Luminaria (Kw.)	0,07	0,048	0,03
Nº Luminarias	25	780	0
Horas	4270	4270	0
Consumo total (Kwh.)	7.472,50	159.868,80	0,00
Coste Económico Consumo	637,40 €	13.636,81 €	0,00 €
<b>Coste Económico Total</b>	<b>14.274,21 €</b>		

Con Balasto EM Y Lámpara ECO	Lámpara de 58 W	Lámpara 36 W	Lámpara 18 W
Consumo de la Luminaria (Kw.)	0,06	0,04	0,03
Nº Luminarias	25,00	780,00	0,00
Horas	4.270,00	4.270,00	4.270,00
Consumo total (Kwh.)	6.725,25	146.546,40	0,00
Coste Económico Consumo	573,66 €	12.500,41 €	0,00 €
<b>Coste Económico Total</b>	<b>13.074,07 €</b>		

Con Balasto HF-P	Lámpara de 58 W	Lámpara 36 W	Lámpara 18 W
Consumo de la Luminaria (Kw.)	0,06	0,04	0,02
Nº Luminarias	25,00	780,00	0,00
Horas	4.270,00	4.270,00	4.270,00
Consumo total (Kwh.)	5.978,00	123.232,20	0,00
Coste Económico Consumo	509,92 €	10.511,71 €	0,00 €
<b>Coste Económico Total</b>	<b>11.021,63 €</b>		

Con Balasto HF-P y Lámpara ECO	Lámpara de 58 W	Lámpara 36 W	Lámpara 18 W
Consumo de la Luminaria (Kw.)	0,05	0,03	0,02
Nº Luminarias	25,00	780,00	0,00
Horas	4.270,00	4.270,00	4.270,00
Consumo total (Kwh.)	5.444,25	106.579,20	0,00
Coste Económico Consumo	464,39 €	9.091,21 €	0,00 €
<b>Coste Económico Total</b>	<b>9.555,60 €</b>		



De la tabla anterior, podemos obtener a su vez el consumo de energía anual para cada uno de las soluciones propuestas:

Consumo de Energía (Kwh.)	Lámpara de 58 W	Lámpara 36 W	Total (Kwh.)
Consumo de Energía actual	7.472,50	159.868,80	167.341,30
Consumo de Energía con Balasto electrónico	5.978,00	123.232,20	129.210,20
Consumo de Energía con Balasto electrónico y lámparas ECO	5.444,25	106.579,20	112.023,45

Por tanto el ahorro de energía total lo podemos obtener simplemente restando del consumo de energía actual total el consumo de energía con balasto electrónico ó el consumo de energía con balasto electrónico y lámparas Eco:

Ahorro de Energía (Kwh.)	Total (Kwh.)
Ahorro de energía con Balasto electrónico	38.131,10
Ahorro de energía con Balasto electrónico y Lámparas ECO	55.317,85

Hasta ahora hemos visto que desde el punto de vista de consumo energético merece la pena instalar balasto electrónico, ahora tendremos que estudiar si compensa económicamente la inversión.

Para ello, se muestra en la siguiente tabla la inversión necesaria para los cambios masivos según el tipo de lámpara elegida.

Cambio Lámparas (Lámpara + Mano Obra)	Lámpara de 58 W	Lámpara 36 W	Lámpara 18 W	Total Cambio lámparas
Lámpara actual	11,67	9,35	9,35	7.584,75 €
Xtra	16,00	14,79	14,79	11.936,20 €
TLD-ECO	13,31	11,25	4,11	9.107,75 €





A continuación se muestra la inversión necesaria para el cambio a balasto electrónico

<b>Cambio Balasto (HF-P+ Mano de Obra) Un Balasto cada 2 lámparas</b>	<b>Lámpara de 58 W</b>	<b>Lámpara 36 W</b>	<b>Lámpara 18 W</b>
HF-P	41,42 €	41,42 €	41,42 €
<b>Coste total</b>	<b>16.671,55 €</b>		

Por lo tanto, independientemente de la lámpara utilizada, la inversión para el cambio a balasto electrónico es la misma para todos los tipos de lámpara.

Además la lámpara ECO es la lámpara más eficiente desde el punto de vista de consumo.

Es necesario realizar una tabla comparativa, teniendo en cuenta el consumo de energía a lo largo del tiempo y el coste de las lámparas y balastos. Esta tabla nos ayudará a determinar la mejor opción de cambio desde el punto de vista económico.

Vamos a observar tres tablas, en cada una de ellas se presenta la comparativa entre la situación actual en la que se realizan cambios de lámparas cuando se van fundiendo y donde se dispone de balasto electromagnético.

Al disponer de balasto electromagnético el consumo de energía es mayor que en el caso de utilizar balasto electrónico. Se ha aplicado un IPC de energía del 10% para cada año.

Veremos en gris los costes de cada año en electricidad y cambios de lámparas cuando se funden una a una y podremos compararlos con los costes de electricidad utilizando balasto electrónico, los costes del cambio de luminaria masivo (dependiendo del tipo de lámpara) y el coste de la inversión de balasto.

Simplemente realizando la resta entre el acumulado de costes cuando se funden una a una y el acumulado de costes con la medida energética propuesta podremos ver el ahorro que supone año a año cada una de las soluciones.

Las soluciones que se muestran son:

- Solución actual: Cambio de lámparas cuando se funden y uso de balasto electromagnético.
- Solución 1: Cambio masivo de alumbrado utilizando la misma lámpara que se utiliza hasta ahora y uso de balasto electrónico.



- Solución 2: Cambio masivo de alumbrado utilizando la lámpara Xtra con mayor vida útil y uso de balasto electrónico
- Solución 3: Cambio masivo de alumbrado utilizando la lámpara Eco con menor consumo por luminaria y uso de balasto electrónico.

Se indica el estudio comparativo a 10 años ya que la lámpara Xtra tiene una vida útil de al menos 10 años y con las inversiones necesarias a realizar a lo largo de los 10 años en los cambios masivos de lámparas al agotarse la vida útil de las mismas.

En la tabla sobre la situación actual (en gris) vamos a ver los siguientes costes:

- Costes de electricidad, que son los que se obtienen a partir de los Kwh. consumidos en el año.
- Costes de cambio de lámparas, que son los que se obtienen a partir del cambio cuando se van fundiendo las lámparas.

Realizaremos la suma de ambos costes para obtener los costes totales e iremos acumulándolos a lo largo de los años.

Se ha aplicado un 10% de IPC de energía para el cálculo de los costes de electricidad a lo largo del tiempo y un 4 % de IPC para el cálculo de los cambios de luminaria.

En las distintas tablas según las soluciones, se procederá de la misma manera, con los siguientes costes:

- Costes de electricidad, que son los que se obtienen a partir de los Kwh. consumidos en el año, disminuirán debido al uso de balasto electrónico y lo podemos observar desde el primer año puesto que el consumo en electricidad es menor.
- Costes de cambio de lámparas, que son los que se obtienen a partir del cambio masivo, la inversión será puntual el primer año y se irá repitiendo a medida que se agota la vida útil de las lámparas.
- Costes de instalación y suministro de balasto electrónico, que sólo se realiza el primer año.

Se ha aplicado también el 10% del IPC de la energía y el 4% de IPC cada año para el cálculo de los cambios de luminaria.



Tabla 45 Ahorros conseguidos con cambio masivo de alumbrado y balasto electrónico

Solución actual: Cambio cuando se funden					Solución 1: Balasto Electrónico y Cambio masivo con lámpara actual					AHORRO ACUMULADO CON RESPECTO A LA SITUACIÓN ACTUAL
	Costes				Costes					
Año	Electricidad	Cambio Lámparas	TOTAL	ACUMULADO	Electricidad	Cambio Lámparas	Cambio balasto	TOTAL	ACUMULADO	
1	14.274,21 €	3.611,77 €	17.885,98 €	17.885,98 €	11.021,63 €	7.584,75 €	16.671,55 €	35.277,93 €	35.277,93 €	-17.391,95 €
2	15.701,63 €	3.756,24 €	19.457,87 €	37.343,85 €	12.123,79 €			12.123,79 €	47.401,72 €	-10.057,87 €
3	17.271,80 €	3.906,49 €	21.178,28 €	58.522,14 €	13.336,17 €			13.336,17 €	60.737,90 €	-2.215,76 €
4	18.998,98 €	4.062,75 €	23.061,72 €	81.583,86 €	14.669,79 €			14.669,79 €	75.407,69 €	6.176,17 €
5	20.898,88 €	4.225,26 €	25.124,13 €	106.707,99 €	16.136,77 €	8.873,08 €		25.009,85 €	100.417,54 €	6.290,45 €
6	22.988,76 €	4.394,27 €	27.383,03 €	134.091,02 €	17.750,45 €			17.750,45 €	118.167,98 €	15.923,04 €
7	25.287,64 €	4.570,04 €	29.857,68 €	163.948,70 €	19.525,49 €			19.525,49 €	137.693,47 €	26.255,22 €
8	27.816,40 €	4.752,84 €	32.569,24 €	196.517,94 €	21.478,04 €			21.478,04 €	159.171,51 €	37.346,42 €
9	30.598,04 €	4.942,95 €	35.541,00 €	232.058,93 €	23.625,84 €	10.380,25 €		34.006,10 €	193.177,61 €	38.881,32 €
10	33.657,85 €	5.140,67 €	38.798,52 €	270.857,45 €	25.988,43 €			25.988,43 €	219.166,04 €	51.691,41 €



Tabla 46 Ahorros conseguidos con cambio masivo de alumbrado Xtra y balasto electrónico

Solución actual: Cambio cuando se funden					Solución 2 : Balasto Electrónico y Cambio masivo con lámpara Xtra					AHORRO ACUMULADO CON RESPECTO A LA SITUACIÓN ACTUAL
	Costes				Costes					
Año	Electricidad	Cambio Lámparas	TOTAL	ACUMULADO	Electricidad	Cambio Lámparas	Cambio Balasto	TOTAL	ACUMULADO	
1	14.274,21 €	3.611,77 €	17.885,98 €	17.885,98 €	11.021,63 €	11.936,20 €	16.671,55 €	39.629,38 €	39.629,38 €	-21.743,40 €
2	15.701,63 €	3.756,24 €	19.457,87 €	37.343,85 €	12.123,79 €			12.123,79 €	51.753,17 €	-14.409,32 €
3	17.271,80 €	3.906,49 €	21.178,28 €	58.522,14 €	13.336,17 €			13.336,17 €	65.089,35 €	-6.567,21 €
4	18.998,98 €	4.062,75 €	23.061,72 €	81.583,86 €	14.669,79 €			14.669,79 €	79.759,14 €	1.824,72 €
5	20.898,88 €	4.225,26 €	25.124,13 €	106.707,99 €	16.136,77 €			16.136,77 €	95.895,90 €	10.812,09 €
6	22.988,76 €	4.394,27 €	27.383,03 €	134.091,02 €	17.750,45 €			17.750,45 €	113.646,35 €	20.444,67 €
7	25.287,64 €	4.570,04 €	29.857,68 €	163.948,70 €	19.525,49 €			19.525,49 €	133.171,84 €	30.776,86 €
8	27.816,40 €	4.752,84 €	32.569,24 €	196.517,94 €	21.478,04 €			21.478,04 €	154.649,88 €	41.868,06 €
9	30.598,04 €	4.942,95 €	35.541,00 €	232.058,93 €	23.625,84 €			23.625,84 €	178.275,72 €	53.783,21 €
10	33.657,85 €	5.140,67 €	38.798,52 €	270.857,45 €	25.988,43 €			25.988,43 €	204.264,15 €	66.593,30 €



Tabla 47 Ahorros conseguidos con cambio masivo de alumbrado con lámpara ECO y balasto electrónico

Solución actual: Cambio cuando se funden					Solución 3 : Balasto Electrónico y Cambio masivo con lámpara ECO					AHORRO ACUMULADO CON RESPECTO A LA SITUACIÓN ACTUAL
	Costes				Costes					
Año	Electricidad	Cambio Lámparas	TOTAL	ACUMULADO	Electricidad	Cambio Lámparas	Cambio Balasto	TOTAL	ACUMULADO	
1	14.274,21 €	3.611,77 €	17.885,98 €	17.885,98 €	9.555,60 €	9.107,75 €	16.671,55 €	35.334,90 €	35.334,90 €	-17.448,92 €
2	15.701,63 €	3.756,24 €	19.457,87 €	37.343,85 €	10.511,16 €			10.511,16 €	45.846,06 €	-8.502,21 €
3	17.271,80 €	3.906,49 €	21.178,28 €	58.522,14 €	11.562,28 €			11.562,28 €	57.408,34 €	1.113,80 €
4	18.998,98 €	4.062,75 €	23.061,72 €	81.583,86 €	12.718,50 €			12.718,50 €	70.126,84 €	11.457,02 €
5	20.898,88 €	4.225,26 €	25.124,13 €	106.707,99 €	13.990,35 €	10.654,78 €		24.645,13 €	94.771,97 €	11.936,02 €
6	22.988,76 €	4.394,27 €	27.383,03 €	134.091,02 €	15.389,39 €			15.389,39 €	110.161,36 €	23.929,65 €
7	25.287,64 €	4.570,04 €	29.857,68 €	163.948,70 €	16.928,33 €			16.928,33 €	127.089,69 €	36.859,00 €
8	27.816,40 €	4.752,84 €	32.569,24 €	196.517,94 €	18.621,16 €			18.621,16 €	145.710,85 €	50.807,08 €
9	30.598,04 €	4.942,95 €	35.541,00 €	232.058,93 €	20.483,28 €	11.524,21 €		32.007,49 €	177.718,34 €	54.340,59 €
10	33.657,85 €	5.140,67 €	38.798,52 €	270.857,45 €	22.531,61 €			22.531,61 €	200.249,95 €	70.607,50 €



En las tablas anteriores se observa que la inversión en balasto electrónico es la misma para las tres soluciones propuestas.

La inversión a realizar en el cambio masivo de lámparas dependerá del tipo de lámpara utilizada.

Resulta más cara la lámpara Xtra aunque tiene una vida útil mayor que nos permitirá no tener que volver a cambiar la lámpara hasta dentro de 12 años, sin embargo el ahorro acumulado a 10 años nos indica que sigue resultando más ventajosa la solución de utilizar lámparas Eco.

En la siguiente tabla veremos el resumen de los ahorros de las tres propuestas.

Se observa que la mejor medida es la utilización de balasto electrónico y lámparas Eco, puesto que el cuarto año se ha recuperado completamente la inversión y se obtiene un ahorro que aumentará a lo largo de los próximos años en mayor medida que el resto de soluciones.

Se observa que el retorno de la inversión en balasto electrónico se obtendrá a los cuatro años donde los ahorros conseguidos superan la inversión inicial.

Por lo tanto, la inversión necesaria será:

Inversión = Inversión en balastos electrónicos + Inversión en lámparas ECO

La inversión en lámparas ECO será igual a la inversión necesaria por el coste y cambio masivo de luminaria (9.107,75 €) menos el coste que se tendría ese mismo año si continuáramos con la misma situación (3.611,77 €).

$$\text{Inversión} = 16.671,55 \text{ €} + (9.107,75 \text{ €} - 3.611,77 \text{ €}) = 22.167,53 \text{ €}$$



Por lo tanto, el retorno de la inversión sería el siguiente:

Tabla 48 Calculo del retorno de la inversión para el uso de balasto electrónico y cambio masivo de alumbrado

Uso de balasto electrónico y cambios masivos de alumbrado	
Inversión	22.167,53€
Ahorros estimados en consumo total de electricidad en el edificio (7,4 %)	55.317,85 Kwh.
Ahorros estimados en costes (% sobre la facturación anual de electricidad)	6,8 %
<b>Retorno de la Inversión (años)</b>	<b>4,45</b>

El coste de la energía eléctrica del edificio se ha cuantificado en 0.085 €/ Kwh.

En la siguiente tabla se puede observar los ahorros acumulados para cada una de las soluciones propuestas.

Se observa que en el caso de lámparas ECO el retorno de la inversión se realiza antes y además si vemos el acumulado a 10 años los ahorros son mayores.

En el caso de la lámpara Xtra, a pesar de que no es necesario volver a realizar ninguna inversión en cambio masivo de luminarias puesto que la lámpara es de muy larga duración, dicho ahorro en inversión no supone el valor determinante para mejorar en el ahorro total.



Tabla 49 Resumen ahorros conseguidos con cambios masivos y balastos electrónicos

Solución actual: Cambio cuando se funden					AHORRO ACUMULADO CON LAMPARA ACTUAL	AHORRO ACUMULADO CON LAMPARA XTRA	AHORRO ACUMULADO CON LAMPARA ECO
Costes							
Año	Electricidad	Cambio Lámparas	TOTAL	ACUMULADO			
1	14.274,21 €	3.611,77 €	17.885,98 €	17.885,98 €	-17.391,95 €	-21.743,40 €	-17.448,92 €
2	15.701,63 €	3.756,24 €	19.457,87 €	37.343,85 €	-10.057,87 €	-14.409,32 €	-8.502,21 €
3	17.271,80 €	3.906,49 €	21.178,28 €	58.522,14 €	-2.215,76 €	-6.567,21 €	1.113,80 €
4	18.998,98 €	4.062,75 €	23.061,72 €	81.583,86 €	6.176,17 €	1.824,72 €	11.457,02 €
5	20.898,88 €	4.225,26 €	25.124,13 €	106.707,99 €	6.290,45 €	10.812,09 €	11.936,02 €
6	22.988,76 €	4.394,27 €	27.383,03 €	134.091,02 €	15.923,04 €	20.444,67 €	23.929,65 €
7	25.287,64 €	4.570,04 €	29.857,68 €	163.948,70 €	26.255,22 €	30.776,86 €	36.859,00 €
8	27.816,40 €	4.752,84 €	32.569,24 €	196.517,94 €	37.346,42 €	41.868,06 €	50.807,08 €
9	30.598,04 €	4.942,95 €	35.541,00 €	232.058,93 €	38.881,32 €	53.783,21 €	54.340,59 €
10	33.657,85 €	5.140,67 €	38.798,52 €	270.857,45 €	51.691,41 €	66.593,30 €	70.607,50 €





### 5.2.3 USO DE DETECTORES DE PRESENCIA EN GARAJE

Los detectores de presencia o movimiento encienden la iluminación cuando detectan movimiento y lo mantienen durante un tiempo programado. Son muy útiles para zonas de paso o permanencia de personas durante poco tiempo.

Las principales ventajas de los detectores de presencia son:

- Ahorro de energía: mediante este tipo de detectores detectará presencia o ausencia y asegura que las luminarias sólo estén encendidas cuando sea necesario.
- Fácil de instalar: suelen tener un concepto de cableado sencillo, sin cableado vertical, permite el cableado directo o en cascada.
- Fácil de usar y configurar: los equipos suelen venir precableados con las funcionalidades más comunes.

#### 5.2.3.1 ESTUDIO TÉCNICO DEL USO DE DETECTORES DE PRESENCIA EN GARAJE

Actualmente el alumbrado de garaje está permanentemente encendido de 7:00 a 24:00.

La medida de ahorro propuesta supone la instalación de detectores de presencia para la disminución de las horas de funcionamiento de estas luminarias de 17 horas diarias a una media de 7 horas al día (sólo cuando haya presencia) .

Para que la instalación sea más confortable y segura para las personas se mantendrá un alumbrado fijo durante todo este horario que corresponderá con 1 /3 del alumbrado total del parking.

Dado que en estos espacios puede existir un flujo más o menos constante de personas y esto supondría un elevado número de encendidos y apagados, se ha comprobado que la instalación cuenta con balastos electrónicos con precaldeo de forma que los encendidos no reduzcan la vida de las lámparas. Estos balastos electrónicos de precaldeo calientan los electrodos antes de aplicar la tensión de arranque. Hacen circular instantes antes del arranque una pequeña intensidad para calentar los electrodos. Con los electrodos calientes, no es necesario un pico de tensión tan elevado para arrancar la lámpara por lo que conseguiremos alargar su vida útil.

El precalentamiento tiene dos ventajas:

- Los electrodos de las lámparas sufren muy poco con cada arranque.
- La tensión de arranque necesaria es inferior que en un circuito de arranque frío.



Por lo tanto, con el precaldeo se pueden realizar tantas conmutaciones como sea necesario.

Actualmente se dispone en el garaje de balastos electrónicos con precaldeo:

Tipo: QTP8 1X58/230-240 UNV1

Los detectores de presencia elegidos se basan en dos modelos, master y esclavo. Para reducir costes a la hora de cubrir zonas muy amplias, se instala un master junto con un número ilimitado de esclavos. Sólo el master controla la luz u otras cargas, mientras que la detección se realiza de forma conjunta por el master y los esclavos, que carecen de regulación.

Sólo el master va conectado a la carga. Los esclavos tan sólo envían un impulso al master cuando detectan movimiento

Para regular los distintos circuitos con los que cuenta el garaje será necesario:

- Para el circuito 20, 1 master y 4 esclavos
- Para el circuito 14, 1 master
- Para el circuito 16, 1 master y 3 esclavos
- Para el circuito 8, 1 master y 3 esclavos
- Para el circuito 18, 1 master y 2 esclavos.
- Independizar el alumbrado del cuarto técnico CL\_4 del circuito 16.
- Independizar el alumbrado del cuarto técnico CL\_2 del circuito 14
- Cambiar los circuitos de alumbrado para meter dentro del circuito 16 una de las pantallas fluorescentes del circuito 6.



Podemos observar la distribución en el dibujo que se adjunta:

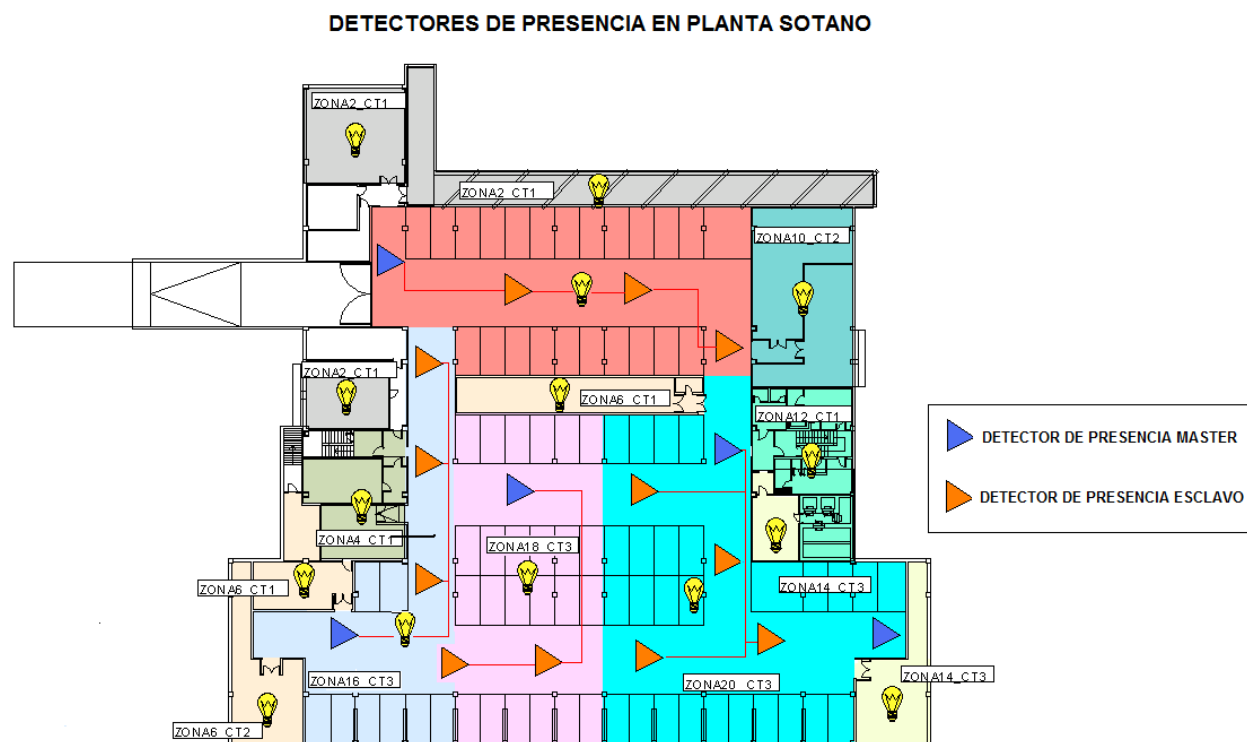


Figura 49 Dibujo sobre la planta sótano y situación de detectores de presencia

Este dibujo corresponde al dibujo utilizado por el sistema de control Honeywell para delimitar los diferentes circuitos de alumbrado que gestiona.

Se muestra sobre este dibujo el detector de presencia Master para cada una de las zonas. Este detector será el que recibirá la orden de alguno de sus detectores esclavos, o él mismo y encenderá el circuito.



### 5.2.3.2 ESTUDIO ECONÓMICO DEL USO DE DETECTORES DE PRESENCIA EN GARAJE

En el **Anexo XI de presupuestos** del presente documento podemos ver en detalle la inversión necesaria para el uso de detectores de presencia en el garaje.

La estimación del ahorro en electricidad se basa en la reducción del número de horas de funcionamiento.

Actualmente estas luminarias funcionan 17 horas seguidas, con el uso de detectores de presencia se pretende reducir a 7 horas al día.

Partimos de la siguiente situación:

Datos de partida	
Potencia total del Sótano susceptible del uso de detectores	2668 W
Horas de funcionamiento (7:00- 24:00) al año	5185 horas
Energía total del alumbrado de garaje	13833 Kwh.

Con el uso de detectores vamos a reducir el número de horas de funcionamiento y por lo tanto la energía empleada:

Uso de detectores de presencia en Garaje	
Horas de funcionamiento con detector (7 horas/día)	2135 horas
Energía total del alumbrado con detectores	5696,18 Kwh.

Por lo tanto el ahorro que se conseguiría sería igual a la diferencia entre el consumo actual y el consumo en un futuro con los detectores de presencia.

Ahorros conseguidos con el uso de detectores	
Ahorro de energía (Diferencia Kwh.) (41, 17%)	8.137,40 Kwh.
Ahorro económico en electricidad frente a la factura anual de electricidad	1,11 %

El ahorro de energía supone un 41,17 % de ahorro frente al consumo actual de electricidad en la zona de garaje.



A continuación veremos la tabla resumen, donde se indica la inversión necesaria para esta medida de eficiencia en alumbrado, el ahorro conseguido del 41,17% sobre el consumo actual en la zona de garaje que supone 1% frente al consumo total del edificio en electricidad.

Tabla 50 Calculo del retorno de la inversión por el uso de detectores de presencia en garaje

USO DE DETECTORES DE PRESENCIA EN GARAJE	
Inversión	3.735,00 €
Ahorro estimado de electricidad (41,17%)	8137,40 Kwh.
Ahorros estimados en costes (% sobre la factura anual de electricidad)	1,11%
<b>Retorno de la Inversión (años)</b>	<b>4,55</b>

El desglose del cálculo de la inversión puede verse con más detalle en el **Anexo XI de presupuestos**



## 5.2.4 MEDIDAS DE APROVECHAMIENTO DE LUZ NATURAL

Además de crear un ambiente agradable, el aprovechamiento de la luz natural permite una considerable reducción del consumo de energía eléctrica y, por tanto, un ahorro sustancial de energía, ya que en determinados momentos, y con un buen diseño, permite reducir el uso de iluminación artificial.

La presencia de luz natural depende de la profundidad de la habitación, el tamaño y localización de las ventanas y techos de luz, el sistema de acristalamiento y cualquier obstrucción externa. Normalmente estos factores se fijan en la etapa inicial de diseño del edificio. Una planificación y diseño apropiados en esta primera etapa pueden producir un edificio que será más eficiente energéticamente.

Los sensores de luz (fotocélulas) regulan automáticamente el alumbrado artificial en función del aporte de luz natural, bien apagando o encendiendo la iluminación cuando el nivel está por debajo o por encima de un valor, o bien regulando la iluminación artificial de forma progresiva.

Estos sistemas permiten alcanzar ahorros de hasta el 60 %, su instalación es conveniente en las luminarias próximas a las ventanas y de forma más atenuada en el resto.

### 5.2.4.1 ESTUDIO TÉCNICO DE LAS MEDIDAS DE APROVECHAMIENTO DE LUZ NATURAL

Las medidas de aprovechamiento de luz natural se llevarán a cabo en la zona de pasillos de la 2ª Planta, y en la zona central de la planta 1ª y planta baja. En el **Anexo VIII** se puede ver la zona de influencia.

Cada una de estas zonas de influencia dispondrá de un sensor de luminosidad que manejará las luminarias de esa zona.

Los sensores miden constantemente la cantidad de luz que hay en la sala y reducen la cantidad de luz producida por las lámparas de forma que siempre se mantiene un nivel de iluminación predefinido. Para poder realizar esta regulación es necesario que existan equipos electrónicos regulables (balastos)

El sistema se basa en una fotocélula que se incorpora en las luminarias, para el control directo de reactancias electrónicas HF regulables. Reduce gradualmente el flujo de la luminaria cuando el nivel de iluminancia sobre el plano de trabajo bajo la fotocélula está por encima del valor seleccionado. La unidad se conecta directamente a la entrada +/- de las reactancias, no necesitando de alimentación externa.



Figura 50 Aspecto de la fotocélula a instalar en las luminarias

La conexión a la entrada 0-10 V del balasto electrónico permitirá en función de la tensión de entrada al balasto la regulación de la luminosidad de la lámpara.

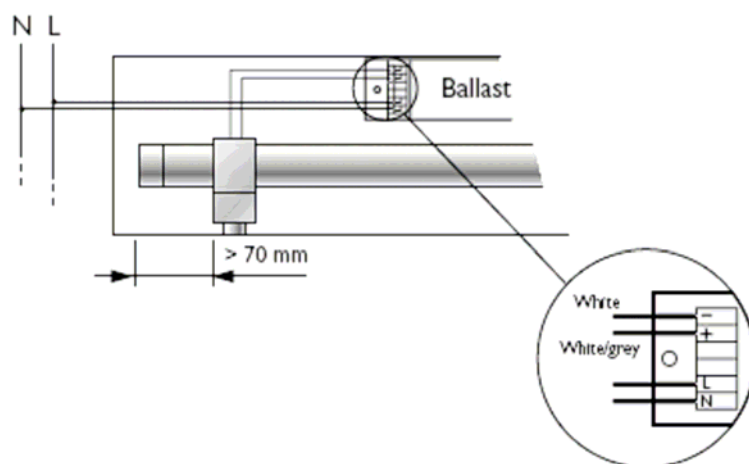


Figura 51 Detalle de conexión entre fotocélula y balasto electrónico



Con un solo sensor luminoso podemos regular hasta 20 luminarias, siempre y cuando dichas luminarias pertenezcan al mismo circuito de alimentación.

Tendremos una luminaria maestra que es la que dispondrá del sensor luminoso y hasta 20 luminarias esclavas cuya regulación será la misma que la maestra.

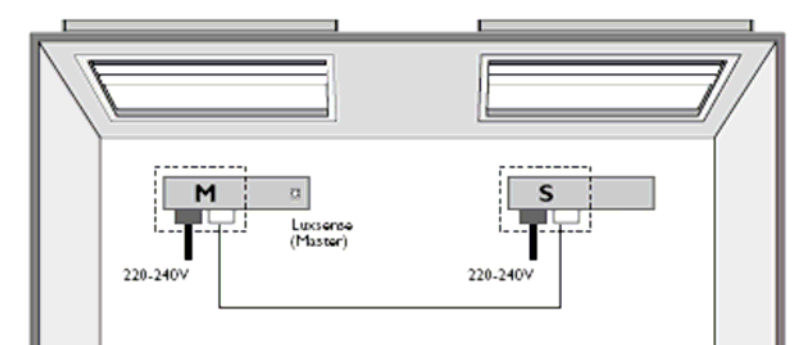


Figura 52 Conexión maestro y esclavo de las luminarias con sensor luminoso y balasto electrónico





#### 5.2.4.2 ESTUDIO ECONÓMICO DE LAS MEDIDAS DE APROVECHAMIENTO DE LUZ NATURAL

Tal y como podemos ver en el **Anexo VIII** de este documento el número de sensores luminosos que integraremos en el circuito será igual al número de las zonas a controlar.

Las distintas zonas a controlar se han dividido según su orientación Norte ó Sur y según la zona de influencia de la luz natural. De tal forma que hay una zona de mayor influencia lumínica que es la zona de ventanas y otra zona de pasillo.

Esta división se ha realizado de esta manera para poder cuantificar los ahorros conseguidos mediante la utilización de sensores luminosos.

El fabricante de los mismos, en este caso Philips ofrece la siguiente tabla de ahorros energéticos dependiendo de la época del año, orientación y zona de influencia, ventana o pasillo.

Tabla 51 Ahorros medios mediante utilización de sensor luminoso según hoja de especificaciones del fabricante.

		south	north
summer	window side	55%	45%
	corridor side	35%	25%
winter	window side	45%	35%
	corridor side	25%	15%

En las siguientes tablas podemos ver cada una de las zonas y la potencia total a controlar para cada una de las zonas.

Los ahorros se han estimado según la tabla del fabricante. Para ser conservadores se han aplicado los tantos por cierto de ahorros que se conseguirían sólo en invierno.

Actualmente el encendido y apagado de los circuitos se realiza mediante el sistema de control Honeywell y mediante un control horario.

El funcionamiento sería el mismo, los circuito encenderían según dicho horario, pero dentro del mismo regularían su luminosidad y por tanto la energía consumida.



Tabla 52 Cálculo del ahorro por la utilización de sensores luminosos en la planta Baja del Edificio 17

Planta Baja	Circuito según proyecto	Nº Fluores. a controlar	Potencia (W)	Potencia total a controlar (W)	Nº Horas de fto. ( 7:00-24:00)	Nº Días al año	Energía total sin control de luminosidad (Kwh.)	% Ahorro por control lumínico	Energía total con ahorro lumínico	Ahorro de Energía (Kwh.)
Zona 1 Norte Ventana	6N	6	36	216	17	310	1.138	35,00%	740	398
Zona 2 Norte Pasillo	8N	5	36	180	17	310	949	15,00%	806	142
Zona 3 Norte Pasillo	8N	4	36	144	17	310	759	15,00%	645	114
Zona 4 Sur Ventana	6S	6	36	216	17	310	1.138	45,00%	626	512
Zona 5 Sur Pasillo	8S	5	36	180	17	310	949	25,00%	711	237
Zona 6 Sur Pasillo	8S	4	36	144	17	310	759	25,00%	569	190



Tabla 53 Cálculo del ahorro por la utilización de sensores luminosos en la planta Primera del Edificio 17

Planta Primera	Circuito según proyecto	Nº Fluores. a controlar	Potencia (W)	Potencia total a controlar (W)	Nº Horas de fto. ( 7:00-24:00)	Nº Días al año	Energía total sin control de luminosidad (Kwh.)	% Ahorro por control lumínico	Energía total con ahorro lumínico	Ahorro de Energía (Kwh.)
Zona 1 Norte Ventana	6N	6	36	216	17	310	1.138	35,00%	740	398
Zona 2 Norte Pasillo	8N	5	36	180	17	310	949	15,00%	806	142
Zona 3 Norte Pasillo	8N	4	36	144	17	310	759	15,00%	645	114
Zona 4 Sur Ventana	6S	6	36	216	17	310	1.138	45,00%	626	512
Zona 5 Sur Pasillo	8S	5	36	180	17	310	949	25,00%	711	237
Zona 6 Sur Pasillo	8S	5	36	180	17	310	949	25,00%	711	237



Tabla 54 Cálculo del ahorro por la utilización de sensores luminosos en la planta Segunda del Edificio 17

Planta Segunda	Circuito según proyecto	Nº Fluores. a controlar	Potencia (W)	Potencia total a controlar (W)	Nº Horas de fto. ( 7:00-24:00)	Nº Días al año	Energía total sin control de luminosidad (Kwh.)	% Ahorro por control lumínico	Energía total con ahorro lumínico	Ahorro de Energía (Kwh.)
Zona 1 Norte Pasillo	2N	7	36	252	17	310	1.328	15,00%	1.129	199
Zona 2 Norte Ventana	2N	4	36	144	17	310	759	35,00%	493	266
Zona 3 Sur Pasillo	2S	7	36	252	17	310	1.328	25,00%	996	332
Zona 4 Sur Ventana	2S	4	36	144	17	310	759	45,00%	417	341



El resumen de ahorro de energía por planta lo podemos ver en la siguiente tabla resumen:

Tabla 55 Resumen de Ahorros por planta por la utilización de sensores luminosos

Planta	Energía total sin control de luminosidad (Kwh.)	Energía total con ahorro lumínico (Kwh.)	% Ahorro de Energía	Ahorro de Energía (Kwh.)
Planta Baja	5692	4098	28,00%	1594
Planta Primera	5692	4240	25,51%	1452
Planta Segunda	4174	3036	27,26%	1138
<b>TOTAL</b>	<b>15558</b>	<b>11374</b>	<b>26,89%</b>	<b>4184</b>

A continuación veremos la tabla resumen, donde se indica la inversión necesaria para esta medida de eficiencia en alumbrado, el ahorro conseguido del 26,89% sobre el consumo de electricidad en la zona afectada.

En el **Anexo XI de presupuestos** del presente proyecto podemos ver de forma más específica la inversión necesaria.

Tabla 56 Cálculo del retorno de la inversión por la utilización de medidas de aprovechamiento de luz natural

MEDIDA DE APROVECHAMIENTO DE LUZ NATURAL	
Inversión	1.566,00 €
Ahorro estimado de electricidad frente al consumo actual de la zona afectada (26,89%)	4.184 Kwh.
Ahorros estimados de costes (% sobre la factura anual de electricidad)	0,5 %
<b>Retorno de la Inversión (años)</b>	<b>4,15</b>



## 5.2.5 RECOMENDACIONES Y BUENAS PRÁCTICAS

A continuación se exponen algunas recomendaciones y buenas prácticas a modo de consejos para ahorrar energía en iluminación. Su aplicación no es sólo para el edificio objeto del proyecto sino que son consideraciones generales a tener en cuenta en ampliaciones u otros edificios de la Universidad

- Aproveche al máximo la iluminación natural.
- Colores claros en paredes y techos permiten aprovechar al máximo la luz natural y reducir el nivel de iluminación artificial.
- No deje luces encendidas en habitaciones que no se estén utilizando.
- La limpieza periódica de las lámparas y luminarias permite aumentar la luminosidad sin aumentar la potencia.
- Sustituya las lámparas incandescentes por lámparas de bajo consumo. Ahorran hasta un 80 % de energía y duran hasta 15 veces más manteniendo el mismo nivel de iluminación. Sustituya primero aquellas que van a estar mayor tiempo encendidas.
- Coloque reguladores de intensidad luminosa de tipo electrónico.
- En zonas comunes (vestíbulos, garajes, etc.) es conveniente colocar detectores de presencia o interruptores temporizados de forma que la luz se apague y se encienda automáticamente. Es recomendable, en este caso, la colocación de lámparas incandescentes o lámparas de bajo consumo con equipos electrónicos de precaldeo.
- Aproveche al máximo la iluminación natural mediante la instalación de células fotosensibles que regulen la iluminación artificial en función de la cantidad de luz natural, o independizando los circuitos de las lámparas próximas a las ventanas o claraboyas.
- Establezca circuitos independientes de iluminación para zonificar la instalación en función de sus usos y diferentes horarios.
- En grandes instalaciones los sistemas de control centralizado permiten ahorrar energía mediante la adecuación de la demanda y el consumo además de efectuar un registro y control que afecta tanto a la calidad como a la gestión de la energía consumida.



- Una fuente de ahorro importante es instalar programadores horarios que apaguen o enciendan las luces a una determinada hora.
- Elija siempre las fuentes de luz con mayor eficacia energética en función de sus necesidades de iluminación.
- Emplee balastos electrónicos, ahorran hasta un 30 % de energía, alargan la vida de las lámparas un 50 % y consiguen una iluminación más agradable y confortable.
- Realice un mantenimiento programado de la instalación, limpiando fuentes de luz y luminarias y reemplazando las lámparas en función de la vida útil indicada por los fabricantes.



### **5.3 MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA INSTALACIONES TÉRMICAS**

A continuación vamos a mostrar las principales líneas de actuación para incrementar la eficiencia energética en las instalaciones de climatización.

Las líneas principales de actuación para mejorar el rendimiento de la instalación se centrarán en:

- Ahorro energético por el avance tecnológico en nuevos equipos.

Veremos cómo, por ejemplo, con las calderas de condensación se pueden obtener un rendimiento mucho mayor.

- Utilización de energía solar térmica para calefacción.

Se trata del aprovechamiento de la radiación solar como apoyo a la calefacción y la calefacción de fan-coil del edificio que trabaja con bajas temperaturas.

Al tratarse de un edificio de reciente construcción, el rendimiento de los elementos que intervienen en producción es óptimo. Sin embargo puede resultar interesante su estudio para aplicación en otros edificios de la Universidad Carlos III donde la rentabilidad económica sea mayor.





### 5.3.1 CAMBIO A CALDERAS DE CONDENSACIÓN.

La caldera de condensación es aquella caldera diseñada para condensar permanentemente una parte importante del vapor de agua producido en la combustión

Con las calderas de baja temperatura se dio un paso muy importante en la reducción de las pérdidas por radiación y convección y por calor sensible en los humos al reducir notablemente la temperatura de los mismos. Sin embargo, y al igual que las calderas estándar, se sigue arrojando al exterior una cantidad considerable de calor en forma de vapor de agua con los gases procedentes de la combustión (calor latente ó calor de condensación).

La cantidad de energía residual que en este concepto se está desperdiciando es de hasta un 11% en el caso del gas natural (diferencia entre P.C.S. y P.C.I.), bajando hasta el 6% en el caso del gasóleo (por tener este combustible menor contenido de hidrógeno que el gas natural).

El rendimiento de estas calderas resulta ser superior al 100% (medido en las condiciones tradicionales, sobre el poder calorífico inferior, lo que puede resultar chocante, pero que es cierto. Sobre el poder calorífico superior (teniendo en cuenta el calor latente del agua) es, por supuesto, un rendimiento inferior al 100%.



Figura 53 Representación del Poder calorífico Inferior y Poder calorífico superior en la combustión

El poder calorífico inferior, que no tiene en cuenta el calor de condensación del agua, se definió como el máximo calor que se podía obtener en una combustión racional sin poner en peligro la caldera.

Como consecuencia de la menor temperatura del agua preparada, los emisores finales del calor deben tener mayor superficie de intercambio (radiadores más grandes) o ser de baja temperatura (suelos radiantes o calefacción por aire).



## Características técnicas del gas natural para aplicaciones en sistemas de condensación

- Nulo contenido de azufre que evita la producción de condensaciones ultra-ácidas, tales como el ácido sulfúrico o el anhídrido sulfuroso.
- Combustible libre de partículas sólidas que favorecen la aparición de hollín que, en contacto con la humedad producida por la condensación, ensucian las superficies de intercambio reduciendo su rendimiento. Esta importantísima característica del gas natural, unido al especial diseño de algunas calderas de condensación del mercado, permite a éstas quedar exentas de mantenimiento, por lo que son capaces de mantener los rendimientos indefinidamente.
- Máxima rentabilidad en combinación con calderas de condensación por su alto contenido de hidrógeno, que le permite obtener rendimientos adicionales de hasta un 14%, de los cuales el 11% proviene del calor de condensación y el 3% restante por calor sensible al enfriar los humos hasta temperaturas de aproximadamente 10º C superiores a la temperatura de retorno del agua a la caldera.

Otro criterio de comparación y valoración de calderas de condensación es la modulación del quemador. Una caldera de condensación con quemador modulante se adapta perfectamente a la demanda. De esta forma se alcanzan largos períodos de funcionamiento del quemador, lo que reduce las emisiones en arranques, en comparación con sistemas convencionales de una o dos marchas. Un sistema convencional con un quemador presurizado tiene entre 20.000 y 30.000 arranques al año, mientras que un quemador modulante es mucho más económico y ecológico con 2.000 a 5.000 arranques anuales.

El rendimiento de generación estacional disminuye si la caldera permanece en disposición de funcionamiento con el quemador parado.

El rendimiento de generación estacional disminuye con el número de arrancadas.

Desde el punto de vista de rendimiento energético y reducción de contaminación interesan:

- Las calderas con mayores rendimientos instantáneos en todo el rango de regulación.
- Las calderas con rangos de regulación amplios, de modo que se reduzcan las pérdidas por arrancada y disposición de funcionamiento.



### 5.3.1.1 ESTUDIO TÉCNICO DEL CAMBIO A CALDERAS DE CONDENSACIÓN

Para realizar la comparativa entre la caldera actual y el cambio a caldera de condensación se necesita un parámetro de eficiencia energética. Se trata del rendimiento estacionario.

Representa el porcentaje de energía aprovechado resultante de deducir las pérdidas por calor sensible en los humos, por inquemados, por radiación y convección y por disponibilidad de servicio, tanto en los periodos de demanda de calor útil (quemador en marcha), como durante las paradas de quemador.

Es, por lo tanto, este valor, el único parámetro que considera todas las pérdidas que sufre una caldera a lo largo de una temporada y, por lo tanto, único valor de rendimiento válido a efectos de comparar la eficiencia energética de dos calderas.

Cómo determinar el rendimiento estacional de los diferentes tipos de calderas disponibles en el mercado dependerá de que los diferentes fabricantes lo hagan público, cosa que hoy por hoy no es práctica habitual en España. No obstante, países del centro y norte de Europa, tienen este valor normalizado (DIN 4702-8), por lo que podemos conocer en todo momento los rendimientos estacionales oficiales conseguidos por cada tipo de caldera.

Existen fabricantes que incorporan en sus calderas elementos tecnológicos que le permiten eliminar las "pérdidas por disposición de servicio" hasta el punto de obtener rendimientos estacionales superiores incluso a los instantáneos.

El rendimiento estacional de la caldera, que como ya hemos dicho es directamente proporcional al consumo, variará radicalmente en función de su temperatura media de trabajo y de los aislamientos utilizados en el cuerpo de caldera, puertas y partes secas, siendo éste mas alto cuanto menor sea esta temperatura y mayores sean los espesores y calidad de los aislamientos utilizados, características que cuidan por encima de cualquier otro parámetro las calderas de calidad de baja temperatura.

#### **Valores de rendimientos estacionales más habituales en el mercado**

Las calderas estándar anteriores al año 1990 obtenían rendimientos estacionales de aproximadamente del 75%.

Veamos a continuación los rendimientos estacionales (sobre poder calorífico inferior) más frecuentes en el mercado en calderas de distintas tecnologías de construcción moderna.

- Calderas Estándar atmosféricas a gas: 75%
- Calderas Estándar presurizadas a gas: 80%
- Calderas Estándar presurizadas a gasóleo: 78%



- Calderas de Baja Temperatura atmosféricas a gas: 93%
- Calderas de Baja Temperatura presurizadas a gas: 95%
- Calderas de Baja Temperatura presurizadas a gasóleo: 93%
- Calderas de gas de Condensación: 106%

Los datos referidos podrán variar en función del fabricante y modelo de caldera con el que se compare pero, en términos generales, se adaptan con cierta precisión a la realidad.

Existen también datos estadísticos reales de los ahorros energéticos obtenidos en reformas de salas de calderas en proyectos que contemplaban la sustitución de antiguas calderas estándar a gasóleo por modernas calderas de baja temperatura a gas y de gas de condensación. Los datos que se exponen a continuación corresponden a calderas Viessmann:

- Sustitución de calderas Estándar a gasóleo por calderas de Baja Temperatura a gas: 23%
- Sustitución de calderas Estándar a gasóleo por calderas de gas de Condensación: 34%

Tal y como hemos visto en las características del equipo Roof-top del edificio 17 de la universidad Carlos III así como gracias a las mediciones realizadas sobre el rendimiento de las calderas, se trata de una caldera con las siguientes características:

- Caldera a gas de alto rendimiento
- Rendimiento ★★★ Estrellas, Certificado CE AFNOR

(Rendimientos entre 95 y 97% sobre PCI) Según directiva 92/42/CE

- Temperatura de impulsión de 65 a 90°C Retornos a partir de 55°C
- Potencias útiles desde 136 a 472 kW Conjuntos modulares hasta 1.888 kW
- Cuerpo de acero especial.
- Funcionamiento a 2 etapas de potencia (60 y 100%), fácilmente controlables desde señal externa.
- Combustión ecológica. Emisión de contaminantes inferior a los valores del nivel GASKEUR (Holanda), uno de los más exigentes de Europa.



Se trata de una caldera con un buen rendimiento, con el cambio a calderas de condensación conseguiremos aumentar dicho rendimiento a 108%. Este porcentaje expresa el calor aprovechado (calor útil) en relación a la cantidad total de calor generado anualmente.

En definitiva, permite obtener una cantidad de calor mayor a igualdad de combustible quemado, con un ahorro evidente.

#### **Consideraciones en la instalación de las calderas de condensación.**

- Las calderas de condensación pueden instalarse sin ningún problema sustituyendo una instalación anterior. Tan sólo debe llevarse a cabo una buena limpieza del antiguo sistema de calefacción.
- La única diferencia entre una caldera de condensación y una convencional es que las primeras necesitan un desagüe para los restos de la condensación, consistente en un simple tubode PVC. Por otra parte, su emplazamiento no tiene por qué ser distinto al de las calderas convencionales. Lo único que se debe tener en cuenta que el vapor que surge de la condensación puede ser visible en determinadas ocasiones, con lo que conviene colocar la salida de gases en un lugar donde no moleste éste vapor. La extracción de las ventosas de las calderas de condensación debe ser resistente a la acidez de los condensados. Por tanto, deben cambiarse los conductos de evacuación existentes



### 5.3.1.2 ESTUDIO ECONÓMICO DEL CAMBIO A CALDERAS DE CONDENSACIÓN

A partir de los datos de consumo de energía en Gas Natural de las facturas mensuales de Gas se elabora la siguiente tabla.

En ella se representa el consumo actual con la caldera de alto rendimiento (95%) y el consumo que resultaría con una caldera de condensación con un rendimiento (108%).

Se obtiene de forma inmediata el ahorro en consumo de energía y la extrapolación al ahorro económico aplicando el precio de la energía a 0.03 €/Kwh.

Tabla 57 Comparativa de consumos y facturación entre situación actual y con calderas de condensación

Periodo	Consumo Total actual (Kwh.)	Consumo Total con Caldera de condensación (Kwh.)	Ahorro en Consumo (Kwh.)	% Ahorro en Facturación
Enero	71769	63130	8639	2
Febrero	140557	123638	16919	3
Marzo	97937	86148	11789	3
Abril	111053	97686	13367	3
Mayo	13509	11883	1626	1
Junio	0,00	0,00	0,00	0,00
Julio	0,00	0,00	0,00	0,00
Agosto	0,00	0,00	0,00	0,00
Septiembre	0,00	0,00	0,00	0,00
Octubre	0,00	0,00	0,00	0,00
Noviembre	57664	50723	6941	2
Diciembre	60936	53601	7335	2
TOTAL	553425 Kwh.	486809 Kwh.	66616 Kwh.	15 %



En el Anexo XI **de presupuestos** del presente proyecto podemos ver de forma más específica la inversión necesaria.

Tabla 58 Cálculo del retorno de la inversión por el cambio de la caldera actual a caldera de condensación.

CAMBIO A CALDERAS DE CONDENSACIÓN	
Inversión	48.416,40 €
Ahorro estimado en Gas Natural (15%)	66.616 Kwh.
Ahorros estimados de costes (% sobre la factura anual de Gas Natural)	15 %
<b>Retorno de la Inversión (años)</b>	<b>18,9 años</b>

Se observa que aunque los ahorros son considerables (15%) aunque el retorno de la inversión resulta elevado.



### **5.3.2 UTILIZACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA COMO APOYO A LA CALEFACCIÓN.**

La energía solar térmica consiste en aprovechar la radiación solar para producir energía calorífica pudiendo ser destinada a diferentes usos, como el calentamiento de agua sanitaria (ACS), calefacción por suelo radiante, climatización de piscinas, procesos industriales, etc.

En este caso estudiaremos el aprovechamiento de la energía solar térmica como apoyo al sistema de calefacción actual del edificio.

En el caso de las instalaciones solares influye de forma importante la temperatura a la cual se produce la demanda.

El rendimiento de las instalaciones solares disminuye cuanto más alta es la temperatura a la cual hay que suministrar el calor, por tanto se recomienda que las instalaciones solares vayan asociadas a tecnologías de calefacción que funcionen con temperaturas bajas. En el edificio 17 de la Universidad Carlos III contamos con las instalaciones de fan-coils y suelo radiante que trabajan a baja temperatura.

Por tanto realizaremos dos estudios, uno basado en la instalación solar térmica como apoyo a todo el sistema de calefacción y otro estudio basado en la instalación solar térmica como apoyo al sistema de fan-coils y suelo radiante únicamente.

Todos los cálculos se han realizado basándose en el Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE para instalaciones solares térmicas.





### **5.3.2.1 ESTUDIO TÉCNICO DE LA UTILIZACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA COMO APOYO A LA CALEFACCIÓN.**

Una instalación solar está formada por un conjunto de componentes encargados de captar la energía del sol, y directamente cederla al fluido de trabajo y transferirla a otro para poder almacenarla o utilizarla.

Los sistemas que forman parte de la instalación térmica solar son:

- Sistema de captación.
- Circuito hidráulico.
- Sistema de intercambio.
- Sistema de acumulación y distribución
- Sistema de regulación y control.
- Equipo de energía auxiliar convencional

Las instalaciones deberán tener un circuito primario y secundario totalmente independientes.(CTE HE-4 3.2.2 )

El circuito primario contará con la adición de un producto químico anticongelante no tóxico.

En instalaciones que cuenten con más de 10 m<sup>2</sup> de captación el circuito primario será de circulación forzada, como es nuestro caso.

Si las instalaciones alcanzan una temperatura superior a los 60 ° C, no se admitirá la presencia de componentes de acero galvanizado.

Para los cálculos y dimensionamiento de la instalación se han seguido el documento PCT del IDAE para Baja Temperatura.



En sistemas de calefacción, y en general en circuitos cerrados, la conexión del sistema solar ha de hacerse donde se encuentre la temperatura más baja de circuito. Normalmente este punto es el retorno de la instalación. En la siguiente figura se muestra el esquema tipo: el retorno de calefacción se hace pasar por los tanques solares cuando los acumuladores solares están más calientes que el retorno y de esta manera precalentamos el retorno y ahorramos combustible en la caldera.

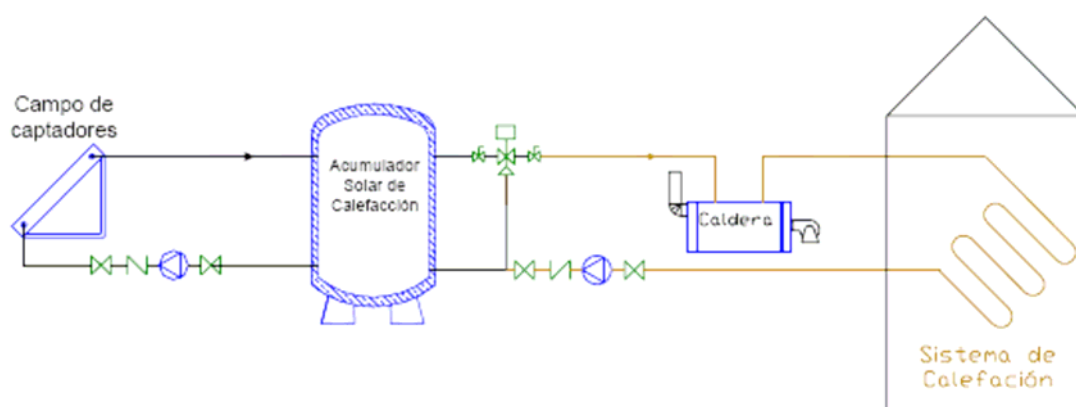


Figura 54 Ejemplo de conexión de sistema solar en sistema de calefacción.

En el caso de la instalación del Edificio 17 existe un único colector de impulsión y otro de retorno por lo que el punto de conexión del sistema solar será siempre entre el colector de retorno y la caldera. Para hacer la conexión, la solución más sencilla es colocar una válvula de tres vías diversora que obligue al agua de retorno de la calefacción cuando el retorno esté mas frío que los tanques solares a circular por la acumulación solar, donde será precalentado con la energía acumulada, para volver a entrar en la caldera a continuación.



## Dimensionamiento de la instalación

Para dimensionar la instalación solar se deberá:

1. Estimar la demanda energética total, al menos, en base mensual.
2. Decidir la cobertura solar que se desea alcanzar con criterios técnicos y económicos.

### 1) Estimación de la demanda

Debe disponerse de la demanda térmica de calefacción desglosada, cuanto menos, en base mensual. Es importante que la estimación de la demanda térmica se haga con precisión suficiente, puesto que de la exactitud de dichos datos dependerá la viabilidad económica de la instalación solar de calefacción.

En nuestro caso disponemos de la demanda puesto que contamos con los datos previos de consumo obtenidos por las facturas de gas.

Tabla 59 Demanda real mensual de calefacción en el Edificio 17

Periodo	Consumo Total Kwh.
Enero	74.178,00
Febrero	144.764,10
Marzo	102.035,70
Abril	115.701,30
Mayo	14.238,90
Junio	0,00
Julio	0,00
Agosto	0,00
Septiembre	0,00
Octubre	0,00
Noviembre	59.599,80
Diciembre	62.981,10
<b>TOTAL</b>	<b>573498,9</b>



## 2) Decidir la cobertura solar que se desea alcanzar

Se recomienda, para evitar sobrecalentamientos excesivos en verano y que la rentabilidad de la instalación solar sea demasiado baja, que el aporte solar a la calefacción no supere el 50 % de la demanda total anual. Además, siguiendo las indicaciones del CTE se deben prever mecanismos ó sistemas que eviten los problemas asociados al sobrecalentamiento de los elementos de la instalación.

El dimensionamiento de una instalación depende de la demanda energética del consumidor, de la zona climática y de la orientación e inclinación de los colectores.

Las zonas climáticas se definen según la radiación horizontal media diaria, de esta forma la instalación se amoldará a las aportaciones energéticas de cada zona. (CTE, HE 4, 3.1.2)

Para el dimensionado de las instalaciones de energía solar térmica se ha utilizado el **método de las curvas f (F-Chart)**, que permite realizar el cálculo de la cobertura de un sistema solar, es decir, de su contribución a la aportación de calor total necesario para cubrir las cargas térmicas, y de su rendimiento medio en un largo período de tiempo

Conocemos la demanda de calefacción del edificio, ya que disponemos de las facturas mensuales

A través del método de las curvas f (F-Chart) podemos conocer la cobertura solar y la fracción solar que cubriríamos.

Para ello contamos con los siguientes datos de partida:

- Utilizaremos captadores solares de 2 m<sup>2</sup> del tipo Wolf Iberica Topson F3, cuyo factor de pérdidas es de 4,3W/(m<sup>2</sup>A° C). Según se indica en el PCT del IDAE para Baja Temperatura, las instalaciones destinadas a climatización, en los cuales la temperatura del agua de aporte a la instalación solar y la de referencia de producción se sitúen en niveles semejantes, deberán emplear captadores cuyo coeficiente global de pérdidas sea inferior a 4,5 W/(m<sup>2</sup>A° C).
- Según se indica en el PCT del IDEA se considera la dirección Sur como orientación óptima para los captadores solares y la mejor inclinación,  $\beta_{opt}$ , será igual a la latitud geográfica + 10°, ya que el consumo preferente será en invierno, por lo tanto la inclinación será de 50 °



- Los captadores solares se situarán en la cubierta donde se cuenta con un área total de 763 m<sup>2</sup>, cuya área efectiva es de 384 m<sup>2</sup>. El cálculo de esta área efectiva se realiza teniendo en cuenta la disposición de las placas en cubierta de tal forma que se evite que unas placas den sombra a otras.

La distancia  $d$ , medida sobre la horizontal, entre una fila de captadores y un obstáculo, de altura  $h$ , que pueda producir sombras sobre la instalación deberá garantizar un mínimo de 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno. Esta distancia  $d$  será superior al valor obtenido por la expresión:

$$d = h / \tan (61^\circ - \text{latitud})$$

Donde  $1 / \tan (61^\circ - \text{latitud})$  es un coeficiente adimensional denominado  $k$ .

Por tanto, teniendo en cuenta que los captadores se instalarán con una inclinación de 50° sobre el suelo:

$$h = \sin (50^\circ) \times \text{longitud de la placa} = 1,41 \text{ metros}$$

$$d = h / \tan (61^\circ - \text{latitud}) = 1,41 / \tan (61^\circ - 40^\circ) = 4,11 \text{ metros.}$$

En esta figura aparecen algunos ejemplos de la toma de datos relativos a  $h$  y  $d$ .

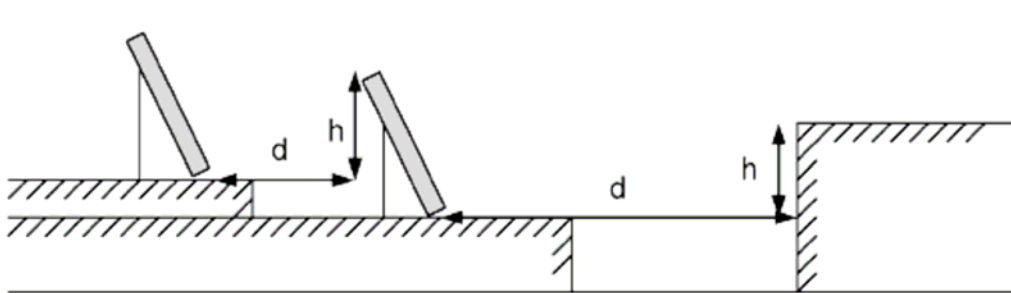


Figura 55 Ejemplo de distancia entre filas de captadores solares

La separación entre la parte posterior de una fila y el comienzo de la siguiente no será inferior a la obtenida por la expresión anterior, aplicando  $h$  a la diferencia de alturas entre la parte alta de una fila y la parte baja de la siguiente, efectuando todas las medidas de acuerdo con el plano que contiene a las bases de los captadores.



- Para instalaciones de climatización se dimensionará el volumen de acumulación para que se cubran las necesidades de energía demandada durante, al menos, una hora. De cualquier forma se recomienda usar una relación de  $V/A$  entre  $50 \text{ l/m}^2$  y  $60 \text{ l/m}^2$ . donde  $A$  será el área total de los captadores, expresada en  $\text{m}^2$ , y  $V$  es el volumen del depósito. En nuestros cálculos se ha utilizado una relación  $V/A$  de  $50 \text{ l/m}^2$ . Se ha obtenido un volumen de acumulación de 19.200 litros que se repartirá en 4 depósitos acumuladores de aproximadamente 4.800 litros cada uno.

Para calcular la cobertura solar se ha utilizado la **aplicación “F-Chart ACS-Calefacción”** es una hoja de cálculo .xls (en formato Excel) en la que se ha implementado un método de cálculo para estimar los aportes térmicos de instalaciones solares combinadas para preparación de agua caliente sanitaria (ACS) y calefacción. Esta aplicación se ha obtenido a través de las publicaciones de la Agencia Andaluza de la Energía.

La herramienta utiliza como base de cálculo el método denominado “de los grados-día”. Este método, a partir de una estimación del coeficiente “Kg.” de aislamiento, coeficiente propio del edificio que caracteriza su capacidad de intercambio térmico con el exterior, calcula la demanda de calefacción del mismo. El Kg. del edificio se calcula a partir de una geometría simplificada consistente en suponer que los edificios tienen planta cuadrada y que todas sus plantas tienen la misma altura. Las características de los cerramientos se simplifican seleccionando uno entre de tres grandes tipos: Muros de fábrica, paneles sándwich, y muros cortina de vidrio.

Para estimar los aportes solares se emplea el método F-Chart adaptado para el uso combinado de ACS y calefacción. La hoja tiene un listado de captadores solares certificados por el Ministerio.

*La hoja se ha corregido introduciendo los datos de demanda energética real del edificio y eliminando el cálculo de ACS, introduciendo un número de usuarios de la instalación igual a cero.*

Con los datos de partida, y utilizando el método f-chart obtenemos que la cobertura solar que obtendríamos para el área efectiva que existe en cubierta para los captadores solares es del 16 %.

Los ahorros calculados se han obtenido aplicando el precio de 0.035 €/Kwh de energía ahorrada.



Tabla 60 Predimensionamiento de la Instalación solar térmica como apoyo a calefacción según el método f-chart

PREDIMENSIONADO DE INSTALACIONES SOLARES TÉRMICAS					
Área(m <sup>2</sup> ):	384,00	Volumen acumulación( l ):	19.500	Factor óptico:	0,76
Orient.(E,SE,S,SW,W):	S	Relación V / A (l/m <sup>2</sup> ):	50	F. pérdidas(W/m <sup>2</sup> .°C):	4,3
Inclinación ( 0-90°):	50			Tipo de Sistema (D/I):	Indirecto
Temperatura de uso:	80,00			Rend. Intercambiador:	0,8
	Energía Demandada (Kwh.)	Energía Solar Aportada (Kwh.)	Aporte solar % (%)	Ahorro Económico (€)	
Enero	74.178	10.852	14,6	380	
Febrero	144.764	12.496	8,6	437	
Marzo	102.035	19.880	19,5	696	
Abril	115.701	15.294	13,2	535	
Mayo	14.238	11.859	83,3	415	
Junio	0	0	100,0	0	
Julio	0	0	100,0	0	
Agosto	0	0	100,0	0	
Septiembre	0	0	100,0	0	
Octubre	0	0	100,0	0	
Noviembre	59.599	13.434	22,5	470	
Diciembre	62.981	8.194	13,0	287	
<b>TOTAL AÑO</b>	<b>573.496</b>	<b>92.010</b>	<b>16,04</b>	<b>3220</b>	
<b>Valor en MJ</b>	<b>2.034.221</b>	<b>371.416</b>			
Relaciones			Aporte Solar Unitario		<b>Aporte solar Anual</b>
V/A (40 a 120)	50	OK	239,61	Kwh./m <sup>2</sup>	<b>92.010 Kwh.</b>
Consumo medio estival	0	Kwh./mes	0,74	Kwh./ m <sup>2</sup> *día	<b>331.236,00 MJ</b>
Consumo medio anual	47.791	Kwh./mes	1018	MJ/día	<b>Fracción Solar</b>
					<b>16,04 %</b>



Según la tabla anterior obtendríamos un ahorro de 92.010 Kwh.

Sin embargo **la cobertura solar es muy baja, sólo de un 16%** frente a las necesidades totales de calefacción, por lo que no resulta viable la instalación de este sistema de energía solar como apoyo a la calefacción total del edificio.

La PCT del IDAE indica que para una instalación solar resulte rentable el rendimiento medio anual de la instalación deberá ser mayor del 30 %. Lo comprobaremos a continuación en el estudio económico.

### **5.3.2.2 ESTUDIO ECONÓMICO DE LA UTILIZACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA COMO APOYO A LA CALEFACCIÓN**

Las aplicaciones térmicas de la energía solar requieren una inversión inicial más elevada que la de un sistema térmico tradicional. No obstante, una vez que el sistema solar está instalado, los gastos de funcionamiento son mínimos y consisten únicamente en los escasos costes para el funcionamiento y el control del sistema, eventuales reparaciones y manutención periódica. En el caso de los sistemas que utilizan combustibles fósiles, en cambio, es necesario un suministro de los mismos y, por tanto, una compra, en función de la necesidad térmica.

Por ello, los beneficios obtenidos de un sistema solar consisten en el ahorro de los gastos del combustible necesario para el funcionamiento y la prolongación de la vida de la caldera tradicional, al no ser utilizada durante el período solar.

Para realizar un cálculo del ahorro que se puede obtener con la instalación de un sistema solar, es necesario calcular la cantidad de combustible requerida para obtener la misma producción térmica obtenida con la energía solar.

Estos datos los obtenemos directamente de la observación de la tabla 60, donde se obtiene un ahorro del 16 % sobre el total de la energía destinada a calefacción.

El ahorro sobre el total de energía consumida supone el 16 %, ya que se trata de un ahorro de 92.010 Kwh. frente al total consumido de 573.500 Kwh.





El resumen de los datos económicos es el siguiente, donde la inversión se puede observar en el **Anexo XI de presupuestos** del presente documento.

Tabla 61 Cálculo del retorno de la inversión por la utilización de energía solar térmico como apoyo a calefacción.

INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA COMO APOYO A CALEFACCIÓN	
Inversión	212.792,00 €
Ahorro estimado de energía en gas natural (16 %)	92.010 Kwh.
Ahorros estimados en costes (% sobre la factura anual de de gas natural)	16 %
<b>Retorno de la Inversión (años)</b>	<b>&gt; 20 años</b>

El retorno de la inversión resulta tan alto, puesto que la inversión necesaria es muy grande y el precio de la energía es muy bajo de 0.03 €/kwh

No resulta interesante la implantación de esta medida de eficiencia energética puesto que la vida útil de una instalación solar es de 20 años, cualquier retorno de la inversión superior a este valor hace inviable su implantación.



### 5.3.2.3 ESTUDIO TÉCNICO DE LA UTILIZACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA COMO APOYO A LA CALEFACCIÓN DE FAN-COILS

Los sistemas de calefacción que utilizan la energía solar presentan un gran potencial de desarrollo de esta energía, aunque las posibilidades prácticas de utilización de esta tecnología están limitadas a la integración de la calefacción con sistemas de baja temperatura, como es el caso de los fan-coils.

Procederemos de la misma manera que en el caso anterior, teniendo en cuenta que la demanda energética total será solo la aportada por los fan-coils y que la temperatura de trabajo será de 60 ° C.

#### Dimensionamiento de la instalación

Para dimensionar la instalación solar se deberá:

1. Estimar la demanda energética total, al menos, en base mensual.
2. Decidir la cobertura solar que se desea alcanzar con criterios técnicos y económicos.

A través del método de las curvas f (F-Chart) podemos conocer la cobertura solar y la fracción solar que cubriríamos.

Mostramos a continuación la tabla resumen, donde se especifica una cobertura solar de al menos un 45 % donde se observa que se obtiene una cobertura de 43,5 % y que el área efectiva de colectores solares necesarios es de 236 m<sup>2</sup>. Al contar en la cubierta con un área efectiva de 384 m<sup>2</sup>, resulta viable la instalación de 119 captadores solares.

Se observa en el **Anexo IX** del presente documento la disposición de dichos captadores en la cubierta

Se ha optado por el mismo tipo de captadores solares de 2 m<sup>2</sup> del tipo Wolf Iberica Topson F3, cuyo factor de pérdidas es de 4,3W/ (m<sup>2</sup>A° C) y con la misma orientación Sur con un grado de inclinación de 50 °.

La distancia entre placas será la misma que se especifica en el caso de apoyo a calefacción y el volumen de acumulación será igual a 12.000 litros, para evitar un peso excesivo sobre la cubierta se ha separado en 4 depósitos de una acumulación de unos 3000 litros cada uno.

Dentro de cada fila los captadores se conectarán en paralelo. El número de captadores que se pueden conectar en paralelo tendrá en cuenta las limitaciones del fabricante.



Se dispondrá de un sistema para asegurar igual recorrido hidráulico en todas las baterías de captadores. En general se debe alcanzar un flujo equilibrado mediante el sistema de retorno invertido. Si esto no es posible, se puede controlar el flujo mediante mecanismos adecuados, como válvulas de equilibrado.

Se deberá prestar especial atención en la estanquidad y durabilidad de las conexiones del captador.

A continuación se muestra la tabla resumen obtenida por método de las curvas  $f$  (F-Chart)



Tabla 62 Predimensionamiento de la Instalación solar térmica como apoyo a fan-coils según el método f-chart

<b>PREDIMENSIONADO DE INSTALACIONES SOLARES TÉRMICAS DE BAJA TEMPERATURA.</b>					
Área(m <sup>2</sup> ):	<b>236,00</b>	Volumen acumulación( l ):	<b>12.000</b>	Factor óptico:	<b>0,76</b>
Orient.(E,SE,S,SW,W):	<b>S</b>	Relación V / A (l/m <sup>2</sup> ):	<b>50,8</b>	F. pérdidas(W/m <sup>2</sup> .°C):	<b>4,3</b>
Inclinación ( 0-90°):	<b>50</b>			Tipo de Sistema (D/I):	<b>i</b>
Temperatura de uso:	<b>60,00</b>			Rend. Intercambiador:	<b>0,8</b>
	<b>Energía Demandada (Kwh.)</b>	<b>Energía Solar Aportada (Kwh.)</b>	<b>Aporte solar % (%)</b>	<b>Ahorro Económico (€)</b>	
Enero	26.026	7.361	28,3	258	
Febrero	20.212	7.717	38,2	270	
Marzo	16.474	10.166	61,7	356	
Abril	7.476	6.754	90,4	236	
Mayo	2.353	2.353	100,0	82	
Junio	0	0	100,0	0	
Julio	0	0	100,0	0	
Agosto	0	0	100,0	0	
Septiembre	0	0	100,0	0	
Octubre	0	0	100,0	0	
Noviembre	12.598	7.393	58,7	259	
Diciembre	24.780	6.060	24,5	212	
<b>TOTAL AÑO</b>	<b>109.918</b>	<b>47.804</b>	<b>43,49</b>	<b>1673</b>	
<b>Valor en MJ</b>	<b>403.680</b>	<b>180.067</b>			
Relaciones			Aporte Solar Unitario		
V/A (40 a 120)	50,85	OK	202,56	Kwh./m <sup>2</sup>	<b>Aporte solar Anual</b>
Consumo medio estival	0	Kwh./mes	0,58	Kwh./m <sup>2</sup> *día	<b>47.804 Kwh.</b>
Consumo medio anual	9.159	Kwh./mes	493	MJ/día	<b>172.092,72 M J</b>
					<b>Fracción Solar</b>
					<b>43,5 %</b>



El sistema de energía solar instalado será una instalación con circulación forzada, con intercambiador de calor independiente y con el sistema de energía auxiliar, que en este caso sería las calderas de gas natural actual, en paralelo.

Para sistemas con energía auxiliar en paralelo y especialmente en aplicaciones de climatización, en ese rango de temperaturas, es necesario un sistema de regulación del agua calentada por el sistema solar y auxiliar de forma que se aproveche al máximo la energía solar

#### 5.3.2.4 ESTUDIO ECONÓMICO DE LA UTILIZACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA COMO APOYO A LA CALEFACCIÓN DE FAN-COILS

El rendimiento de la instalación solar es del 43,5 % sobre el total de energía utilizada para la calefacción de fan-coils. Se trata de un ahorro de 47.800 Kwh. frente a un consumo de energía en calefacción de fan-coils de 109.000 Kwh.

El resumen de los datos económicos es el siguiente, donde la inversión se puede observar en el **Anexo XI de presupuestos** del presente documento.

Tabla 63 Cálculo del retorno de la inversión por la utilización de energía solar térmico como apoyo a fan-coils.

INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA COMO APOYO A FAN-COILS.	
Inversión	142.000€
Ahorro estimado de energía en gas natural sobre la energía empleada en calefacción de fan-coils (43,5 %)	47.804Kwh
Ahorros estimados en costes (% sobre la factura anual de de gas natural)	8,3 %
<b>Retorno de la Inversión (años)</b>	<b>&gt; 20 años</b>

El retorno de la inversión resulta tan alto, puesto que la inversión necesaria es muy grande y el precio de la energía es muy bajo de 0.03 €/kwh



## 5.4 MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA ENVOLVENTE DEL EDIFICIO

Un edificio mal aislado necesita más energía para mantener la temperatura interior y se enfría más rápidamente cuando se va la fuente de calor. Un aislamiento deficiente genera puentes térmicos y puede provocar la aparición de condensaciones.

Los edificios deben disponer de una envolvente de características tales que limite su demanda energética de calefacción y refrigeración.

En el caso del Edificio 17 se propone la instalación de láminas en las ventanas que reduzcan las cargas térmicas del edificio por radiación solar.

### 5.4.1 ESTUDIO TÉCNICO DE LA INSTALACIÓN DE LÁMINAS EN VENTANAS

Las cargas térmicas por radiación solar son debidas a la radiación solar que atraviesa las superficies traslucidas y transparentes e incide sobre las superficies interiores de los locales, calentándolas, lo que a su vez incrementa la temperatura del ambiente interior. Las cargas por radiación se obtienen como:

$$Q = S \times R \times f$$

*Q es la carga térmica por radiación solar (Kcal. /h)*

*S es la superficie traslucida expuesta a la radiación en m<sup>2</sup>*

*R es la radiación solar que atraviesa un vidrio sencillo en Kcal. / h·m<sup>2</sup>, tabulada para cada latitud.*

*f es el factor de corrección de la radiación en función del tipo de vidrio, efecto de sombras, etc.*

Las láminas colocadas en los vidrios del edificio permitirán reducir el factor de corrección, tal y como podemos ver en el **Anexo X** del presente documento donde se adjuntan las hojas de características del tipo de lámina elegido.

Los vidrios existentes en el edificio, son vidrios dobles, del tipo Climalit 6 + 12c + 6, es decir un vidrio doble con cámara de aire de 12 Mm.

Al tratarse de vidrios dobles no se aconseja el uso de láminas interiores puesto que podrían producirse problemas de tensión térmica en el cristal que terminaran en la rotura del mismo.



Se ha optado por una lámina exterior que reduce el factor solar de 0,72 a 0,13 y que además presenta las siguientes características:

- Reducción del calor: 79%
- Reducción de la pérdida de calor: 0%
- Reducción del deslumbramiento: 82%
- Reducción de UV: 99%

No sólo conseguiremos reducir las cargas térmicas debidas a la radiación solar con el ahorro en refrigeración que conlleva, sino que además ofrece una reducción de la pérdida de calor del 0% por lo tanto nos servirán como aislante en invierno.

La mejor zona de aplicación de estas láminas será en las ventanas de la segunda planta, tanto las que dan al exterior del edificio, como las ventanas de despachos que dan al patio central de la segunda planta.

En las demás zonas existen lamas en el exterior de las ventanas por lo que no tiene sentido la aplicación de este tipo de láminas.

Hay otro punto importante a tener en cuenta y es la reducción de deslumbramiento, lo cual permitirá mejorar la visión.

Trabajar cerca de una ventana puede ser un problema ya que se puede sufrir deslumbramiento del sol. Con las láminas de control solar se reduce las molestias causadas por el deslumbramiento, especialmente personas que trabajan con un ordenador, proporcionándoles una mayor visión y menor fatiga.

Por tanto, nos permitirá eliminar los estores y cortinas y aprovechar la luz natural para la iluminación de los despachos.

En el **Anexo X** del presente documento se indica sobre el dibujo de planta la zona de influencia donde se colocarán las láminas sobre las ventanas.



#### **5.4.2 ESTUDIO ECONÓMICO DE LA INSTALACIÓN DE LÁMINAS EN VENTANAS**

Las láminas nos ofrecen una reducción del factor solar del 80%, puesto que pasamos de un factor solar actual de 0,75 a un factor solar de 0,13.

Por lo tanto, como las cargas térmicas ó ganancias solares son proporcionales al factor de corrección, podemos afirmar que conseguiríamos reducir las ganancias solares en la misma proporción.

Vamos a ver el ejemplo en uno de los despachos y extrapolaremos esta medida a todos los lugares de aplicación de láminas.

Los datos sobre las cargas terminas de refrigeración se han obtenido del proyecto del edificio.

Como podemos observar disminuye la ganancia solar del cristal, lo que se traduce en una disminución de la carga de refrigeración del despacho en un 7,7 % de la carga de refrigeración original.





Tabla 64 Calculo de cargas térmicas de refrigeración de despacho

Cálculo de Cargas térmicas de refrigeración del Despacho F-28		Situación Actual	Situación con láminas	Ahorro de potencia
Ts (° C)	Temperatura seca en el interior	25	25	
Th (° C)	Temperatura húmeda en el interior	17,5	17,5	
Área (m²)	Área de la zona	17,3	17,3	
Vol. (m³)	Volumen de la zona	50,2	50,2	
Gsc (W)	Ganancia solar del cristal	250	50	80,00%
Tpt (W)	Transmisión paredes y techos	162	162	
Tept (W)	Transmisión excepto paredes y techos.	563	563	
Cis (W)	Calor interno sensible	1443	1443	
Aes (W)	Aire exterior sensible	0	0	
Cil (W)	Calor interno latente	158	158	
Ael (W)	Aire exterior latente	0	0	
RSHF	Factor de calor sensible de la zona	0,939	0,939	
C. Refr.	Carga de refrigeración	2575	2375	7,77%



Carga de refrigeración total será igual a:

$$\text{Carga de refrigeración} = G_{sc} (W) + T_{pt} (W) + T_{ept} (W) + C_{is} (W) + A_{es} (W) + C_{il} (W) + A_{el} (W)$$

Al disminuir la ganancia solar  $G_{sc}(W)$  en un 80%, la carga de refrigeración total disminuirá en un 7,7%, este valor dependerá del peso que tenga la ganancia solar del cristal en la suma de cargas térmicas de refrigeración de cada local.

En el **Anexo X** del presente documento se indica la tabla de todos los despachos y zonas en donde se instalará láminas y la reducción en ganancia solar y por tanto en carga de refrigeración total del edificio.

Se expone a continuación la siguiente tabla resumen:

Tabla 65 Tabla resumen de la disminución de la carga de refrigeración por la utilización de láminas en ventanales

Carga de refrigeración actual (W)	Cargar de refrigeración corregida (W)	Disminución de la Carga de refrigeración (%)
141.816,00	129.358,40	8,78

Suponiendo por tanto un horario de funcionamiento de (9- 18:00) 9 horas al día, durante los meses de verano de Junio, Julio, y Septiembre, y 4 horas de funcionamiento al día el mes de Agosto, la energía consumida en refrigeración sería:

$$9 \text{ horas al día} \times 3 \text{ meses} \times 20 \text{ días al mes} = 540 \text{ horas}$$

$$4 \text{ horas al día} \times 1 \text{ mes} \times 20 \text{ días al mes} = 80 \text{ horas}$$

$$\text{Horas totales de funcionamiento} = 540 \text{ horas} + 80 \text{ horas} = 620 \text{ horas}$$

$$\text{Energía de refrigeración actual} = 141.816 \text{ w} \times 620 \text{ horas} / 1000 = 87.926 \text{ Kwh.}$$

$$\text{Energía de refrigeración con láminas} = 129.358 \text{ w} \times 620 \text{ horas} / 1000 = 80.202 \text{ Kwh.}$$



Por lo tanto la energía ahorrada en electricidad para refrigeración:

$$\text{Energía de refrigeración actual} - \text{Energía de refrigeración con láminas} = 7.724 \text{ Kwh.}$$

Como hemos comentado con anterioridad, la instalación de las láminas en las ventanas nos permitiría un mayor aprovechamiento de la luz natural, por lo tanto tendríamos también un ahorro en energía eléctrica de iluminación.

A partir del inventario de las instalaciones conocemos la potencia de iluminación de la zona afectada que es de 6.228 W.

Suponiendo que conseguimos disminuir la iluminación artificial en 3 horas al día durante los 12 meses del año, obtendríamos la siguiente energía eléctrica ahorrada:

$$\begin{aligned} \text{Energía eléctrica de iluminación ahorrada} &= 3 \text{ horas / día} \times 20 \text{ días / mes} \times 12 \text{ meses} \times \text{Potencia de la} \\ &\text{instalación} = 3 \times 20 \times 12 \times 6228 \text{ W} / 1000 = 4.484,16 \text{ Kwh.} \end{aligned}$$

A continuación procederemos al cálculo de la inversión necesaria para la instalación de las láminas en ventanas.

Para el cálculo de la inversión es necesario conocer los m<sup>2</sup> de láminas a instalar:

Tabla 66 Calculo de los m<sup>2</sup> de láminas necesarias para las ventanas

Planta 2	Tamaño ventanas m <sup>2</sup>	Nº ventanas	Total m <sup>2</sup>
Alzado Este	0,80x1,80	65	93,6
	0,60x1,80	2	2,16
Alzado Oeste	0,80 x 1,80	65	93,6
	0,60x 1,80	2	2,16
Alzado Norte	0,80 x 1,80	27	38,88
Alzado Sur	0,80 x 1,80	27	38,88
Planta 2 . Terraza interior			
Alzado Este	0,80 x 1,80	23	33,12
Alzado Oeste	0,80 x 1,80	23	33,12
<b>TOTAL</b>			<b>348,48</b>

El precio medio por m<sup>2</sup> de lámina de protección solar exterior totalmente instalada, teniendo en cuenta que no es necesario medios auxiliares de elevación es de 20 euros / m<sup>2</sup>



Por lo tanto la inversión necesaria sería:

$$\text{Inversión} = \text{Metros cuadrados de láminas necesarias} \times \text{Precio (€/ m}^2\text{)}$$

$$\text{Inversión} = 348 \text{ m}^2 \times 22 \text{ €/m}^2 = 7.656 \text{ euros}$$

A continuación veremos la tabla resumen, donde se indica la inversión necesaria para esta medida de eficiencia en la envolvente del edificio, el ahorro conseguido en energía y en facturación y por tanto el tiempo de retorno de la inversión.

Tabla 67 Calculo del retorno de la inversión por el uso de láminas de control solar en ventanas

Laminas de Control solar en ventanas	
Inversión	7656€
Ahorros estimados (Energía 8,78 %)	12.208 Kwh.
Ahorros económicos estimados (% sobre la factura anual de electricidad)	1,2 %
<b>Retorno de la Inversión (años)</b>	<b>6,27</b>



## 6 AHORRO EN EMISIONES DE CO<sub>2</sub> Y RESUMEN MEDIDAS PROPUESTAS

La creciente preocupación por las consecuencias medioambientales, sociales y económicas del cambio climático y su reflejo en los compromisos derivados de los acuerdos de Kyoto, junto al hecho de que la producción y el consumo de energía son los principales responsables de las emisiones de gases de efecto invernadero, sitúan al sector energético como clave para alcanzar los objetivos del acuerdo y a la eficiencia energética y el desarrollo de las energías renovables como los principales instrumentos para conseguirlos.

De los seis gases o grupos de gases del efecto invernadero, contemplados en el protocolo de Kyoto, el CO<sub>2</sub> representa por sí solo las tres cuartas partes del total, y más del 90% de aquél es de origen energético.

Es importante por tanto conocer no solo los ahorros económicos que podemos conseguir con la implantación de las diferentes medidas de ahorro energético sino también los ahorros en emisiones de CO<sub>2</sub> que conseguiríamos.

En la siguiente tabla se muestran los coeficientes de paso de energía a emisiones de CO<sub>2</sub> utilizados por el programa CALENER de certificaciones energéticas y aprobadas por el IDAE.

Tabla 68 Coeficientes de paso a energía primaria y emisiones

Tipo de Energía	Energía final	Energía primaria	Emisiones
Electricidad peninsular	1kWh	2603 Kwh.	0,649 Kg. CO <sub>2</sub>
Electricidad extra-peninsular	1kWh	3347 Kwh.	0,981 Kg. CO <sub>2</sub>
Gas natural	1kWh	1011 Kwh.	0,204 Kg. CO <sub>2</sub>
Carbón	1kWh	1000 Kwh.	0,347 Kg. CO <sub>2</sub>
GLP	1kWh	1081 Kwh.	0,244 Kg. CO <sub>2</sub>
Gasóleo	1kWh	1081 Kwh.	0,287 Kg. CO <sub>2</sub>
Fueloil	1kWh	1081 Kwh.	0,280 Kg. CO <sub>2</sub>
Biocombustibles	1kWh	1000 Kwh.	0 Kg. CO <sub>2</sub>



A partir de estos coeficientes de paso podemos determinar los ahorros en emisiones de CO<sub>2</sub> a partir de los ahorros de energía (Kwh.) obtenidos en cada medida de eficiencia energética.

A continuación se expone la tabla resumen con todas las medidas de eficiencia energética propuesta junto con el ahorro en emisiones de CO<sub>2</sub> que supone cada una, obteniendo un total de de ahorro en CO<sub>2</sub> de 61.570 Kg. de CO<sub>2</sub>.



Tabla 69 Resumen de Medidas de Eficiencia Energética y Ahorros en CO<sub>2</sub> del Edificio 17 de la Universidad Carlos III

Medida de ahorro	Ahorro energético (año)	Ahorro económico (%/año) (*) <sub>1</sub>	Ahorro de Kg. CO <sub>2</sub>	Inversión (€)	Amortización años
<b>Medidas de eficiencia energética en consumo de agua</b>					
Uso de perlizadores en grifo	723 m <sup>3</sup>	19,3 %	No procede	444,21 €	0,51
Uso de detector de lluvia- Rain-check	228 m <sup>3</sup>	6,12 %	No procede	859,09 €	3,15
Uso de sondas de humedad para riego	690 m <sup>3</sup>	18,41 %	No procede	3.664,27 €	4,46
Captación de aguas pluviales	821 m <sup>3</sup>	21,99 %	No procede	61.500,00 €	> 20 años
<b>Medidas de eficiencia energética iluminación</b>					
Uso de balastos eléctricos y cambios masivos de alumbrado	55.317,85 Kwh.	6,8 %	35.901	22.167,53 €	4,45
Detectores de presencia en garaje	8.137,40 Kwh.	1,11 %	5.281	3.735 €	4,55
Aprovechamiento de luz natural	4.184,00 Kwh.	0,5 %	2.715	1.566 €	4,15

(\*)<sub>1</sub> El porcentaje de ahorro económico que se indica está relacionado con la facturación anual de cada una de las energías consumidas en el edificio a las que hace referencia la medida de eficiencia energética planteada.



Medida de ahorro	Ahorro energético (año)	Ahorro económico (%/año) (*) <sub>1</sub>	Ahorro de Kg. CO <sub>2</sub>	Inversión (€)	Amortización años
<b>Medidas de eficiencia energética en instalaciones térmicas</b>					
Cambio de calderas actuales a calderas de condensación	66.616 Kwh.	15 %	13.589	48.416 €	18,9
Sistema de energía solar térmica para apoyo de calefacción del edificio	92.010 Kwh.	16 %	18.770	212.792 €	> 20 años
Sistema de energía solar térmica para apoyo de calefacción fan-coils	47.804 Kwh.	8,3 %	9.752	142.000 €	> 20 años
<b>Medidas de eficiencia energética en envolvente del edificio</b>					
Láminas para cristales	12.205 Kwh.	1,2 %	7.921	7.656 €	6,27

(\*)<sub>1</sub> El porcentaje de ahorro económico que se indica está relacionado con la facturación anual de cada una de las energías consumidas en el edificio a las que hace referencia la medida de eficiencia energética planteada





En la tabla anterior podemos observar para cada una de las medidas de eficiencia energética propuesta, el ahorro energético que conseguiríamos al año, así como el ahorro económico que supondría comparándolo con la facturación anual de cada una de las energías consumidas en el edificio a la que hace referencia la medida de eficiencia.

Por otro lado al aplicar los coeficientes de paso a Kg. De CO<sub>2</sub> obtenemos el ahorro en emisiones de CO<sub>2</sub> para cada una de las medidas.

En función de la inversión necesaria para cada una de las medidas y los ahorros económicos conseguidos en dichas medidas podemos obtener el retorno de la inversión de las mismas.



## 7 CONCLUSIONES

Con este documento se pretende ofrecer una asesoría técnica relacionada con la mejora de la Eficiencia Energética, la obtención de Ahorros Energéticos e informar sobre las posibles ventajas y beneficios económicos que se pueden conseguir.

La auditoría energética es un proceso sistemático mediante el que, se obtiene un conocimiento suficientemente fiable del consumo energético del edificio, se detectan factores que afectan al consumo de energía y se identifican, evalúan y ordenan las distintas oportunidades de ahorro de energía, en función de su rentabilidad.

Se parte de una descripción inicial del edificio y de las instalaciones. Es necesario conocer el edificio en profundidad para poder detectar posibles puntos de acción. Se ha contado con la documentación del proyecto de ejecución del edificio. Sin embargo es necesario contrastar esta documentación con lo realmente instalado en el edificio puesto que en muchas ocasiones, lo ejecutado difiere de lo proyectado. En este sentido se han encontrado bastantes diferencias entre lo proyectado y lo instalado en la parte de alumbrado del edificio, lo cual ha obligado a realizar un inventario exhaustivo del tipo de luminarias, de las potencias de las lámparas y de su ubicación.

Una vez que conocemos las instalaciones reales del edificio es necesario conocer cuales son las energías consumidas y cómo se consumen dichas energías.

En el caso de la energía de gas natural se han realizado las mediciones sobre el rendimiento de calderas obteniendo valores adecuados para el tipo de calderas existentes.

En relación con el consumo eléctrico se han recogido los datos de los analizadores eléctricos que nos ofrecen el comportamiento real del edificio en cuanto al consumo. Y se han realizado las mediciones con luxómetro que nos ofrecen la medida de luminosidad de las diversas estancias del edificio.

Adicionalmente se han realizado las termografías al cuadro general de baja tensión para determinar el estado de las instalaciones eléctricas centralizadas. Esto nos permite encontrar sobrecalentamiento, líneas desequilibradas y en realidad un prediagnóstico del buen o mal estado de la instalación eléctrica. En este sentido no se ha encontrado ningún fallo en la instalación.

Las mediciones con luxómetro nos han permitido conocer cierta falta de luminosidad, comparado con los valores exigidos por la Norma, en algunas estancias del edificio. Se ha determinado que esta falta de luminosidad es debida principalmente a la perdida de iluminación de la propia lámpara al llegar al final de su vida útil, por eso entre todas las medidas de eficiencia energética propuestas se realiza un especial hincapié en el cambio masivo de lámparas de alumbrado que nos permitirá a su vez una limpieza de la luminaria que mejorará la luminosidad.



Un aspecto puramente económico es el relacionado con la facturación de la energía. Se ha realizado un estudio de la factura eléctrica actual, con el fin de obtener un ahorro económico con la contratación de otro tipo de tarificación. Al encontrarnos dentro del mercado liberalizado se ha estudiado si el precio final de la energía obtenido mediante concurso público era el adecuado comparándolo con los precios de mercado actuales y con el tipo de tarificación a 6 periodos. Se determina que la facturación actual es la correcta y se apunta a que en futuras contrataciones podría ser interesante contratar menor potencia en cada uno de los periodos tarifarios que podría repercutir en un precio final de la energía aún menor.

Después de un estudio exhaustivo del edificio, se plantean las diferentes medidas de ahorro energético propuestas que se han dividido en función de la energía de consumo.

- *Medidas de eficiencia energética en agua.*

Dentro de las medidas de eficiencia energética en agua, el uso de perlizadores requiere una mínima inversión y el retorno de dicha inversión es menor a un año, consiguiéndose ahorros en agua del 50%

Se ha observado a partir de las facturas de agua que el mayor consumo es debido al riego por lo que se plantean diversas medidas como el uso de sondas de humedad ó de detectores de lluvia junto con un sistema de captación de aguas pluviales.

La elección entre la utilización de sondas de humedad ó detector de lluvia es meramente económica, ya que los retornos de inversión entre ambas difieren en un año. El ahorro en agua con la utilización de sondas de humedad es del 30% frente al 10% que ofrece el detector de lluvia.

En el sistema de captación de aguas pluviales se observa que el edificio dispone de canalizaciones independientes que nos permitirían la recogida de aguas pluviales, por lo que la inversión se centra en la construcción del depósito para su recogida. La inversión actualmente es elevada, sin embargo, realizar esta inversión durante el proceso de ejecución del edificio no resultaría tan costoso ni tan complejo técnicamente por lo que puede considerarse para la construcción de futuros edificios pertenecientes a la Universidad.

Si se implantarán conjuntamente las medidas de eficiencia energética en agua de los perlizadores, sondas de humedad y depósito de recogida de aguas pluviales reduciríamos a más de la mitad el consumo de agua del edificio.



### ▪ **Medida de eficiencia energía en iluminación**

Las medidas de eficiencia energética en iluminación siguen los criterios de utilización de la iluminación cuando resulte necesaria, es el caso de los detectores de presencia en garaje, y el aprovechamiento de la luz natural, como el caso de los sensores de luminosidad en pasillos y zonas comunes.

Resulta imprescindible el cambio de los balastos electromagnéticos a balastos electrónicos si queremos llevar a cabo la regulación de la luminosidad en función de sensores fotoeléctricos. Además se ha comprobado el menor consumo eléctrico que supone este tipo de balastos. Se trata de un 7,8 % sobre el consumo total de electricidad del edificio.

El edificio actualmente dispone de un sistema de encendido y apagado mediante el sistema de control Honeywell que permite la regulación de las horas de funcionamiento de la iluminación, pero se puede precisar aún más y conseguir mayores ahorros con el aprovechamiento de la luz natural.

Para el aprovechamiento de la luz natural se han tenido en cuenta las zonas comunes y pasillos puesto que el resto de estancias, como aulas y salas técnicas están sujetas a muy diversos usuarios y donde las labores a desempeñar precisan de una iluminación directa que no esté sujeta a deslumbramientos producidos por la luz natural. Además en muchas aulas se realizan proyecciones y es necesario que el usuario tenga el control final sobre la iluminación.

### ▪ ***Medida de eficiencia energética en instalaciones térmicas***

Al realizar la inspección de las instalaciones existentes se ha observado que los climatizadores disponen de enfriamiento gratuito y recuperador de calor. Las calderas y la enfriadora tienen un rendimiento elevado y todo el sistema de climatización dispone del sistema de control Honeywell que permite la regulación de las instalaciones en función de la demanda térmica del edificio.

Por lo tanto, las medidas de Eficiencia Energética se han centrado en el estudio de los avances tecnológicos de nuevos equipos como es el caso de la calderas de condensación y en la utilización de energías naturales con el estudio de la instalación de un sistema de energía térmica para apoyo a la calefacción y apoyo a la calefacción de los fan-coils que utilizan agua a menor temperatura.

El estudio del cambio de las calderas actuales a calderas de condensación nos ofrece un ahorro de un 15% sobre el consumo actual de gas natural. Sin embargo la inversión resulta elevada por que el retorno de la inversión también es elevado.



En el aprovechamiento de la radiación solar como apoyo a la calefacción de fan-coil del edificio que trabaja con bajas temperaturas se observa un rendimiento alto de la instalación (43%), aunque no resulta rentable al tratarse de una inversión muy elevada. Se obtiene un tiempo de retorno de la inversión superior a la vida útil de la instalación lo que obliga a desechar esta medida.

El estudio de una instalación solar térmica para suelo radiante resultaría muy similar al caso de los fan-coil. Actualmente en el edificio apenas se utiliza la climatización por suelo radiante. Afecta a la zona de Hall y por lo tanto a la zona de paso de personal por lo que su puesta en marcha se realiza en contadas ocasiones. Por ello se considera que no resulta interesante realizar una inversión en este sistema.

- *Medida de eficiencia energética en envolvente del edificio.*

Al tratarse de un edificio de reciente construcción se ha observado que no existen deficiencias en su estructura y que el aislamiento del edificio que limita la demanda energética del mismo es correcto.

Se ha optado por un sistema de filtro solares para ventanas con el fin de permitir un mayor aprovechamiento de la luz natural en iluminación, ya que permite eliminar los estores y cortinas de los despachos y permite un aislamiento en los cristales que reduce las cargas térmicas por radiación solar y por tanto reduce la demanda de energía eléctrica de refrigeración

Como objetivos directos de dichas medidas de ahorro energético propuestas podemos destacar la mejora del confort, aumento de eficiencia en sistemas y equipos, control de puntas de potencia demandada, reducción de costes económicos, así como ahorros energéticos y menor impacto ambiental

En todas las medidas de Eficiencia Energética propuestas se ha seguido un criterio conservador en la estimación de los ahorros, donde se han realizado los cálculos siempre en el peor de los casos. En las inversiones se han utilizado precios actualizados de mercado.



## 8 PRESUPUESTO AUDITORÍA ENERGÉTICA

Se indica a continuación el presupuesto para la realización de la Auditoría Energética del Edificio Ortega y Gasset (17) del Campus de Getafe de la Universidad de Madrid.

### Edificio Ortega y Gasset. Campus de Getafe Universidad Carlos III de Madrid

Uds.	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>A1 Auditoría Energética. Edificio Ortega y Gasset</b>				
HR.	INGENIERÍA. Recopilación inicial de la documentación del edificio	5,00	35,90 €	179,50 €
HR.	INGENIERÍA. Visitas programadas al edificio y realización de inventario de instalaciones	32,00	35,90 €	1.148,80 €
HR.	INGENIERÍA Interpretación y estudio de facturas de energía	16,00	35,90 €	574,40 €
HR.	Oficial de 1ª mantenimiento Realización de mediciones: - Estudio de analizadores de redes eléctrica - Medidas con luxómetro - Termografías - Mediciones rendimiento de calderas	32,00	15,00 €	480,00 €
HR.	INGENIERIA Preparación de documentación y generación de informes	16,00	35,90 €	574,40 €
<b>Total capítulo A1</b>				<b>2.957,10 €</b>
<b>Total presupuesto</b>				<b>2.957,10 €</b>
<b>IVA 16%</b>				<b>473,14 €</b>
<b>Total presupuesto</b>				<b>3.430,24 €</b>



## 9 BIBLIOGRAFIA

- Proyecto el Edificio XVII: Aulario Periodismo y comunicación
- Código Técnico de Edificación Marzo 2006
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Complementarias.
- Directiva Europea 2002/91 CE
- ORDEN ITC/3860/2007, de 28 de diciembre, por la que se revisan las tarifas eléctricas a partir del 1 de enero de 2008.
- ORDEN ITC/1857/2008, de 26 de junio, por la que se revisan las tarifas eléctricas a partir del 1 de julio de 2008.
- Energías Renovables para el desarrollo. Thomson Paraninfo, SA.
- Guía para la realización de auditorías medioambientales en las Empresas. Madrid ,1994 ASOCIACION ESPAÑOLA PARA LA CALIDAD -AECC-
- Legislación del medio ambiente Madrid: Editorial Tecnos, 1997 SANCHEZ MORON, MIGUEL
- Manual de Auditoria Aedie
- Guías del IDAE sobre ahorro y eficiencia energética en Climatización.
- Curso de Instalador de Calefacción, Climatización y ACS. Autor: Paco Galdón y Teófilo Calvo. Editorial Onalf.
- Eficiencia energética en edificios. Certificación y auditorías energéticas. autor/es: Francisco Javier Rey Martínez ,Eloy Velasco Gómez
- Manual de paneles solares WOLF
- Tarifas y manual de lámparas Philips. Marzo 2008
- Manual láminas filtros solares Schothtint, 3M



## DIRECCIONES WEB CONSULTADAS

Las siguientes direcciones en Internet ofrecen información sobre temas relacionados con la energía (mercado, recursos, legislación, tablas de datos, estadísticas, informes, etc.).

- <http://www.camaramadrid.es> Cámara Oficial de Comercio e Industria de Madrid
- <http://www.mcyt.es> Ministerio de Ciencia y Tecnología
- <http://www.mma.es> Ministerio de Medio Ambiente
- <http://www.idae.es> IDAE, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía
- <http://www.cne.es> Comisión Nacional de la Energía
- <http://www.boe.es> BOE, Boletín Oficial del Estado
- <http://www.madrid.org/bocm> BOCM, Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid
- <http://www.ciemat.es> CIEMAT, Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas
- <http://www.mercaelectrico.comel.es> COMEL, Compañía Operadora del Mercado Español de Electricidad
- <http://www.energuia.com> Guía de la Energía
- <http://www.ree.es> REE, Red Eléctrica de España
- <http://www.enerclub.es> Club Español de la Energía
- <http://www.agenciaandaluzadelaenergia.es>.- Agencia Andaluza de la Energía



**ANEXO I: INVENTARIO LUMINARIAS EDIFICIO 17 UNIVERSIDAD  
CARLOS III DE MADRID**

**UNIVERSIDAD CARLOS III. CAMPUS DE GETAFE**  
**EDIFICIO 17. AULARIO PARA PERIODISMO Y COMUNICACIÓN**

**INVENTARIO DE ALUMBRADO**

**PLANTA**

EXTERIOR

IDENTIF. LOCAL ACTIVIDAD/ORIENTACION	IDENT. CTO	TIPO ALUMBRADO	TIPO LAMPARA	TIPO LUMINARIA	Nº Y POTEN LUMINARIA		Nº LUMINARIA		POTENCIA (W)	
					Nº	Potencia (W)	N	E	N	E
URBANIZACIÓN -ESTE	10	HALOGENURO METALICO	OSRAM 100 W, Powerstar	Báculo	3	100	1		300	
	12	HALOGENURO METALICO	OSRAM 100 W, Powerstar	Báculo	3	100	1		300	
	14	HALOGENURO METALICO	OSRAM 100 W, Powerstar	Báculo	3	100	1		300	
	16	HALOGENURO METALICO	OSRAM 100 W, Powerstar	Báculo	3	100	1		300	
	18	HALOGENURO METALICO	OSRAM 100 W, Powerstar	Báculo	6	100	1		600	
	20	HALOGENURO METALICO	OSRAM 100 W, Powerstar	Báculo	3	100	1		300	
	22	HALOGENURO METALICO	OSRAM 100 W, Powerstar	Báculo	3	100	1		300	
	24	HALOGENURO METALICO	OSRAM 100 W, Powerstar	Báculo	4	100	1		400	
URBANIZACION-SUR	2	HALOGENURO METALICO	OSRAM 100 W, Powerstar	Báculo	3	100	1		300	
	4	HALOGENURO METALICO	OSRAM 100 W, Powerstar	Báculo	3	100	1		300	
	6	HALOGENURO METALICO	OSRAM 100 W, Powerstar	Báculo	3	100	1		300	
	8	HALOGENURO METALICO	OSRAM 100 W, Powerstar	Báculo	3	100	1		300	
<b>SUMA TOTAL</b>									<b>4000</b>	<b>0</b>

**UNIVERSIDAD CARLOS III. CAMPUS DE GETAFE**  
**EDIFICIO 17. AULARIO PARA PERIODISMO Y COMUNICACIÓN**

**INVENTARIO DE ALUMBRADO**

**PLANTA**

**CUBIERTA**

IDENTIF. LOCAL ACTIVIDAD/ORIENTACION	IDENT. CTO	TIPO ALUMBRADO	TIPO LAMPARA	TIPO LUMINARIA	Nº Y POTEN LUMINARIA		Nº LUMINARIA		POTENCIA (W)	
					Nº	Potencia (W)	N	E	N	E
LOCAL 1 NORTE	2N	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58	6		348	0
LOCAL 2 NORTE	4N	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58	2		116	0
LOCAL 3 NORTE	4N	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58	2		116	0
EXTERIOR TERRAZA NORTE	4N		MHN-TD Pro Philips	Aplique estanco	1	150	2		300	0
LOCAL 1 SUR	8S	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58	4		232	0
ESCALERA	8S		MHN-TD Pro Philips	Aplique estanco	1	150	2		300	0
HUECO INSTALACIONES SUR	20S		MHN-TD Pro Philips	Aplique estanco	1	150	1		150	0
EXTERIOR TERRAZA SUR	8S		MHN-TD Pro Philips	Aplique estanco	1	150	2		300	0
<b>SUMA TOTAL</b>									<b>1862</b>	<b>0</b>

**UNIVERSIDAD CARLOS III. CAMPUS DE GETAFE**  
**EDIFICIO 17. AULARIO PARA PERIODISMO Y COMUNICACIÓN**

## INVENTARIO DE ALUMBRADO

## PLANTA

## SEGUNDA

[illegible]

IDENTIF. LOCAL ACTIVIDAD/ORIENTACION	IDENT. CTO	TIPO ALUMBRADO	TIPO LAMPARA	TIPO LUMINARIA	Nº Y POTEN LUMINARIA		Nº LUMINARIA		POTENCIA (W)	
					Nº	Potencia (W)	N	E	N	E
DESPACHO PROFESORES 6 NORTE	12N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	3		108	0
	E6N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		1	0	36
DESPACHO PROFESORES 6 NORTE	10N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	3		108	0
	E6N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		1	0	36
DESPACHO PROFESORES 8 SUR	14S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	3		108	0
	E6S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		1	0	36
DESPACHO PROFESORES 9 SUR	12S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	3		108	0
	E6S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		1	0	36
DESPACHO PROFESORES 10 SUR	12S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	3		108	0
	E6S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		1	0	36
DESPACHO PROFESORES 11 SUR	8S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	3		108	0
	E6S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		1	0	36
DESPACHO PROFESORES 12 SUR	12S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	3		108	0
	E6S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		1	0	36

IDENTIF. LOCAL ACTIVIDAD/ORIENTACION	IDENT. CTO	TIPO ALUMBRADO	TIPO LAMPARA	TIPO LUMINARIA	Nº Y POTEN LUMINARIA		Nº LUMINARIA		POTENCIA (W)	
					Nº	Potencia (W)	N	E	N	E
DESPACHO PROFESORES 13 SUR	8S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	3		108	0
	E6S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		1	0	36
DESPACHO PROFESORES 14 SUR	8S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	3		108	0
	E4S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		1	0	36
DESPACHO PROFESORES 15 SUR	10S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	4		144	0
	E4S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		2	0	72
PASILLO NORTE A SUR (ESTE)	6N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	9		324	0
	6S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	7		252	0
	E4S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		1	0	36
	E4N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		1	0	36
	E4	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		4	0	144
HALL NORTE	2N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	1		36	0
	E2N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		1	0	36
LUCERNARIO CENTRAL	18S		MHN-TD Pro Philips	Aplique estanco	1	150	12		1800	0
	16S		MHN-TD Pro Philips	Aplique estanco	1	150	12		1800	0
	16N		MHN-TD Pro Philips	Aplique estanco	1	150	9		1350	0
	18N		MHN-TD Pro Philips	Aplique estanco	1	150	9		1350	0

IDENTIF. LOCAL ACTIVIDAD/ORIENTACION	IDENT. CTO	TIPO ALUMBRADO	TIPO LAMPARA	TIPO LUMINARIA	Nº Y POTEN LUMINARIA		Nº LUMINARIA		POTENCIA (W)	
					Nº	Potencia (W)	N	E	N	E
HALL SUR	2S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	1		36	0
	E2S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		1	0	36
NUCLEO ESCALERAS NORTE	18N		DULUX 2G11 18W	Aplique pared	2	18	5		180	0
	E10N		DULUX 2G11 18W	Aplique pared	2	18		1	0	36
PASILLO ESTE- OESTE (NORTE)	2N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	7		252	0
	E2N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		3	0	108
ASEOS PROFESORES NORTE	4N		Megaman Bro709i	Reflector compacto	1	9	2		18	0
	E2N		Megaman Bro709i	Reflector compacto	1	9		1	0	9
	4N		Megaman Bro709i	Reflector compacto	1	9	3		27	0
	4N	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58	1		58	0
ASEOS PROFESORAS NORTE	4N		Megaman Bro709i	Reflector compacto	1	9	2		18	0
	E2N		Megaman Bro709i	Reflector compacto	1	9		1	0	9
	4N		Megaman Bro709i	Reflector compacto	1	9	3		27	0
	4N	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58	1		58	0
ASEOS MINUSVALIDOS	4N		Megaman Bro709i	Reflector compacto	1	9	1		9	0
HUECO INSTALACIONES 1 NORTE	20N		MHN-TD Pro Philips	Aplique estanco	1	150	1		150	0
HUECO INSTALACIONES 2 NORTE	2N		MHN-TD Pro Philips	Aplique estanco	1	150	1		150	0
PASILLO ESTE OESTE (SUR)	2S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	7		252	0
	E2S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		3	0	108

IDENTIF. LOCAL ACTIVIDAD/ORIENTACION	IDENT. CTO	TIPO ALUMBRADO	TIPO LAMPARA	TIPO LUMINARIA	Nº Y POTEN LUMINARIA		Nº LUMINARIA		POTENCIA (W)	
					Nº	Potencia (W)	N	E	N	E
NUCLEO ESCALERAS SUR	18S		DULUX 2G11 18W	Aplique pared	2	18	5		180	0
	E12S		DULUX 2G11 18W	Aplique pared	2	18		1	0	36
CUADRO DE INSTALACIONES SUR	20S	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58	1		58	0
ASEOS PROFESORES SUR	4S		Megaman Bro709i	Reflector compacto	1	9	2		18	0
	E2		Megaman Bro709i	Reflector compacto	1	9		1	0	9
	4S		Megaman Bro709i	Reflector compacto	1	9	5		45	0
	4S	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58	1		58	0
ASEOS PROFESORAS SUR	4S		Megaman Bro709i	Reflector compacto	1	9	3		27	0
	E2		Megaman Bro709i	Reflector compacto	1	9		1	0	9
	4S		Megaman Bro709i	Reflector compacto	1	9	3		27	0
	4S	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58	1		58	0
CUARTO LIMPIEZA	4S		Megaman Bro709i	Reflector compacto	1	9	1		9	0
HUECO INSTALACIONES 1 SUR	20S		MHN-TD Pro Philips	Aplique estanco	1	150	1		150	0
HUECO INSTALACIONES 2 SUR	20S		MHN-TD Pro Philips	Aplique estanco	1	150	1		150	0
HUECO INSTALACIONES 3 SUR	20S		MHN-TD Pro Philips	Aplique estanco	1	150	1		150	0
ESCALERA SUR	20S		MHN-TD Pro Philips	Aplique estanco	1	150	1		150	0
HALL ASEOS NORTE	4N		DULUX 2G11 18W	Aplique pared	2	18	2		72	0
	2N		DULUX 2G11 18W	Aplique pared	2	18	2		72	0
HALL ASEOS SUR	4S		DULUX 2G11 18W	Aplique pared	2	18	3		108	0



IDENTIF. LOCAL ACTIVIDAD/ORIENTACION	IDENT. CTO	TIPO ALUMBRADO	TIPO LAMPARA	TIPO LUMINARIA	Nº Y POTEN LUMINARIA		Nº LUMINARIA		POTENCIA (W)	
					Nº	Potencia (W)	N	E	N	E
SALA REUNIONES 1 NORTE	20N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	6		216	0
	E10N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		3	0	108
SALA REUNIONES 2 NORTE	22N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	8		288	0
	E10N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		4	0	144
SECRETARÍA NORTE	22N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	3		108	0
	E12N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		1	0	36
CONTROL MULTIMEDIA 1 NORTE	20N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	1		36	0
	E2N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		1	0	36
PASILLO NORTE -SUR (OESTE)	20N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	7		252	0
	E2N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		4	0	144
	20S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	7		252	0
	E10S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		3	0	108
DESPACHO PROFESOR 26 NORTE	26N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	3		108	0
	E14N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		1	0	36
DESPACHO PROFESOR 27 NORTE	26N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	3		108	0
	E14N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		1	0	36
DESPACHO PROFESOR 28 NORTE	26N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	3		108	0
	E14N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		1	0	36

IDENTIF. LOCAL ACTIVIDAD/ORIENTACION	IDENT. CTO	TIPO ALUMBRADO	TIPO LAMPARA	TIPO LUMINARIA	Nº Y POTEN LUMINARIA		Nº LUMINARIA		POTENCIA (W)	
					Nº	Potencia (W)	N	E	N	E
DESPACHO PROFESOR 29 NORTE	26N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	1		36	0
	E14N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		1	0	36
DESPACHO PROFESOR 30 SUR	24S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	1		36	0
	E10S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		1	0	36
DESPACHO PROFESOR 31 SUR	24S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	3		108	0
	E10S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		1	0	36
DESPACHO PROFESOR 32 SUR	24S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	3		108	0
	E10S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		1	0	36
DESPACHO PROFESOR 33 SUR	24S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	3		108	0
	E10S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		1	0	36
CONTROL MULTIMEDIA SUR	20S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	1		36	0
	E10S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		1	0	36
DESPACHO PROFESOR 34 NORTE	24N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	3		108	0
	E12N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		1	0	36
DESPACHO PROFESOR 35 NORTE	24N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	3		108	0
	E12N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		1	0	36
DESPACHO PROFESOR 36 NORTE	24N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	3		108	0
	E12N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		1	0	36

[illegible]

**UNIVERSIDAD CARLOS III. CAMPUS DE GETAFE**  
**EDIFICIO 17. AULARIO PARA PERIODISMO Y COMUNICACIÓN**

**INVENTARIO DE ALUMBRADO**

**PLANTA**

PRIMERA

IDENTIF. LOCAL ACTIVIDAD/ORIENTACION	IDENT. CTO	TIPO ALUMBRADO	TIPO LAMPARA	TIPO LUMINARIA	Nº Y POTEN LUMINARIA		Nº LUMINARIA		POTENCIA (W)	
					Nº	Potencia (W)	N	E	N	E
AULA MULTIMEDIA NORTE	4N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	11		396	0
	E6N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		4	0	144
	14N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Reflector pizarra	1	36	5		180	0
AULA 1- NORTE CONTROL	8N		DULUX D 26 X 2 OSRAM	Downlight	2	26	1		52	0
AULA 1- NORTE	12N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	8		288	0
	E4N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		4	0	144
	12N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Reflector pizarra	1	36	5		180	0
AULA 2- NORTE	10N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	8		288	0
	E4N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		4	0	144
	10N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Reflector pizarra	1	36	5		180	0
HALL CENTRAL	16S		DULUX D 26 X 2 OSRAM	Downlight	2	26	4		208	0
	6S		DULUX D 26 X 2 OSRAM	Downlight	2	26	4		208	0
AULA 3- SUR	14S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	8		288	0
	E4S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		4	0	144
	14S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Reflector pizarra	1	36	5		180	0

IDENTIF. LOCAL ACTIVIDAD/ORIENTACION	IDENT. CTO	TIPO ALUMBRADO	TIPO LAMPARA	TIPO LUMINARIA	Nº Y POTEN LUMINARIA		Nº LUMINARIA		POTENCIA (W)	
					Nº	Potencia	N	E	N	E
AULA 4- SUR	12S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	8		288	0
	E6S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		4	0	144
	12S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Reflector pizarra	1	36	5		180	0
AULA 5- SUR	10S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	10		360	0
	E6S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		5	0	180
	10S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Reflector pizarra	1	36	5		180	0
PASILLO DE NORTE A SUR (OESTE)	8N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	19		684	0
	E4S- E6N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		6	0	216
	16S-8S- 6N-16N		DULUX 2G11 18W	Aplique pared	2	18	16		576	0
HALL NORTE	6N		DULUX D 26 X 2 OSRAM	Downlight	2	26	3		156	0
	E2N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		3	0	108
HALL SUR	6S		DULUX D 26 X 2 OSRAM	Downlight	2	26	3		156	0
	E2S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		3	0	108
NUCLEO ESCALERA NORTE	18N		DULUX 2G11 18W	Aplique pared	2	18	4		144	0
	E10N		DULUX 2G11 18W	Aplique pared	2	18		2	0	72
NUCLEO ESCALERA CENTRAL	2N-6S		DULUX 2G11 18W	Aplique pared	2	18	2		72	0
	E6S- E2N		DULUX D 26 X 2 OSRAM	Downlight	2	26		4	0	208
NUCLEO ESCALERA SUR	18S		DULUX D 26 X 2 OSRAM	Downlight	2	26	4		208	0
	E12S		DULUX D 26 X 2 OSRAM	Downlight	2	26		2	0	104

IDENTIF. LOCAL ACTIVIDAD/ORIENTACION	IDENT. CTO	TIPO ALUMBRADO	TIPO LAMPARA	TIPO LUMINARIA	Nº Y POTEN LUMINARIA		Nº LUMINARIA		POTENCIA (W)	
					Nº	Potencia (W)	N	E	N	E
ASEO ALUMNOS NORTE	4N		Megaman Bro709i	Reflector compacto	1	9	2		18	0
	E2N		Megaman Bro709i	Reflector compacto	1	9		1	0	9
	4N		Megaman Bro709i	Reflector compacto	1	9	3		27	0
	4N		L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58	1		58	0
CUARTO DE LIMPIEZA	4N		Megaman Bro709i	Reflector compacto	1	9	1		9	0
ASEO ALUMNAS NORTE	4N		Megaman Bro709i	Reflector compacto	1	9	2		18	0
	E2N		Megaman Bro709i	Reflector compacto	1	9		1	0	9
	4N		Megaman Bro709i	Reflector compacto	1	9	4		36	0
	4N		L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58	1		58	0
HALL DE ASEOS	4N-2N		DULUX D 26 X 2 OSRAM	Downlight	2	26	3		156	0
HUECO INSTALACIONES 1 NORTE	20N		MHN-TD Pro Philips	Aplique estanco	1	150	1		150	0
HUECO INSTALACIONES 2 NORTE	20N		MHN-TD Pro Philips	Aplique estanco	1	150	1		150	0
PASILLO ESTE-OESTE (NORTE)	2N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	3		108	0
	E2N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		2	0	72
	16N		DULUX 2G11 18W	Aplique pared	2	18	2		72	0
AULA 6- NORTE	2N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	4		144	0
	E2N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		2	0	72
	2N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Reflector pizarra	1	36	5		180	0
ALMACEN-BEDELES (SUR)	2S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	2		72	0

IDENTIF. LOCAL ACTIVIDAD/ORIENTACION	IDENT. CTO	TIPO ALUMBRADO	TIPO LAMPARA	TIPO LUMINARIA	Nº Y POTEN LUMINARIA		Nº LUMINARIA		POTENCIA (W)	
					Nº	Potencia	N	E	N	E
REDACCION - REVISTA	6S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	3		108	0
	2S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	1		36	0
PASILLO ESTE-OESTE (SUR)	2S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	7		252	0
	E2S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		3	0	108
	20S-2S		DULUX 2G11 18W	Aplique pared	2	18	6		216	0
ASEO ALUMNAS SUR	4S		Megaman Bro709i	Reflector compacto	1	9	1		9	0
	E2S		Megaman Bro709i	Reflector compacto	1	9		1	0	9
	4S		Megaman Bro709i	Reflector compacto	1	9	6		54	0
	4S		L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58	1		58	0
CUARTO LIMPIEZA SUR	4S		Megaman Bro709i	Reflector compacto	1	9	1		9	0
ASEO ALUMNOS SUR	4S		Megaman Bro709i	Reflector compacto	1	9	2		18	0
	E2S		Megaman Bro709i	Reflector compacto	1	9		1	0	9
	4S		Megaman Bro709i	Reflector compacto	1	9	3		27	0
	4S	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58	1		58	0
HUECO INSTALACIONES 1 SUR	20S		MHN-TD Pro Philips	Aplique estanco	1	150	1		150	0
HUECO INSTALACIONES 2 SUR	20S		MHN-TD Pro Philips	Aplique estanco	1	150	1		150	0
HUECO INSTALACIONES 3 SUR	20S		MHN-TD Pro Philips	Aplique estanco	1	150	1		150	0
CUARTO DE INSTALACIONES SUR	20S	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58	1		58	0
HALL DE ASEOS SUR	4S-2S		DULUX 2G11 18W	Aplique pared	2	18	3		108	0

IDENTIF. LOCAL ACTIVIDAD/ORIENTACION	IDENT. CTO	TIPO ALUMBRADO	TIPO LAMPARA	TIPO LUMINARIA	Nº Y POTEN LUMINARIA		Nº LUMINARIA		POTENCIA (W)	
					Nº	Potencia (W)	N	E	N	E
FONOTECA SUR	18S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	1		36	0
	E8S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		1	0	36
ALMACEN FONOTECA SUR	18S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	1		36	0
	E8S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		1	0	36
TALLER TECNICO SUR	8S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	1		36	0
	E8S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		1	0	36
REDACCION PERIODISMO NORTE	2N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	12		432	0
	E2N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		7	0	252
DISEÑO DE WEB NORTE	2N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	12		432	0
	E2N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		7	0	252
DISTRIBUIDOR NORTE	2N		DULUX D 26 X 2 OSRAM	Downlight	2	26	1		52	0
DISEÑO DE WEB SUR	12S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	12		432	0
	E2S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		7	0	252
REDACCION PERIODISMO SUR	2S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	12		432	0
	E2S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		7	0	252
DISTRIBUIDOR SUR	2S		DULUX D 26 X 2 OSRAM	Downlight	2	26	1		52	0
EST. GRABACION CONTROL	2S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	3		108	0
	E2S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		1	0	36



[illegible]

**UNIVERSIDAD CARLOS III. CAMPUS DE GETAFE**  
**EDIFICIO 17. AULARIO PARA PERIODISMO Y COMUNICACIÓN**

**INVENTARIO DE ALUMBRADO**

**PLANTA**

BAJA

IDENTIF. LOCAL ACTIVIDAD/ORIENTACION	IDENT. CTO	TIPO ALUMBRADO	TIPO LAMPARA	TIPO LUMINARIA	Nº Y POTEN LUMINARIA		Nº LUMINARIA		POTENCIA (W)	
					Nº	Potencia (W)	N	E	N	E
AULA 1 - NORTE	14Ni	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	11		396	0
	E6N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		5	0	180
	16N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Reflector pizarra	1	36	5		180	0
AULA 1- NORTE CONTROL	14Nj		DULUX D 26 X 2 OSRAM	Downlight	2	26	1		52	0
AULA 2- NORTE	12N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	8		288	0
	E4N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		4	0	144
	16N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Reflector pizarra	1	36	5		180	0
AULA 3- NORTE	12N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	8		288	0
	E4N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		4	0	144
	16N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Reflector pizarra	1	36	5		180	0
HALL CENTRAL	8S		DULUX D 26 X 2 OSRAM	Downlight	2	26	6		312	0
	8S		DULUX D 26 X 2 OSRAM	Downlight	2	26	3		156	0
	E4		DULUX D 26 X 2 OSRAM	Downlight	2	26		2	0	104
DESPACHO ADMINISTRACION	14Si	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	1		36	0
	E4S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		1	0	36

IDENTIF. LOCAL ACTIVIDAD/ORIENTACION	IDENT. CTO	TIPO ALUMBRADO	TIPO LAMPARA	TIPO LUMINARIA	Nº Y POTEN LUMINARIA		Nº LUMINARIA		POTENCIA (W)	
					Nº	Potencia (W)	N	E	N	E
ADMINISTRACION ZONA 1	14S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	12		432	0
	E4	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		6	0	216
AULA 4 SUR	12S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	8		288	0
	E6S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		4	0	144
	12S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Reflector pizarra	1	36	5		180	0
AULA 5 SUR	10S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	6		216	0
	E6S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		2	0	72
	10S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Reflector pizarra	1	36	5		180	0
PASILLO DE NORTE A SUR (NORTE)	8N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	9		324	0
	E6N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		3	0	108
	8N		DULUX 2G11 18W	Aplique pared	2	18	7		252	0
PASILLO DE NORTE A SUR (SUR)	8S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	9		324	0
	E6S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		3	0	108
	8S		DULUX 2G11 18W	Aplique pared	2	18	7		252	0
HALL NORTE	6N		DULUX D 26 X 2 OSRAM	Downlight	2	26	2		104	0
	E2	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		3	0	108
HALL SUR	6S		DULUX D 26 X 2 OSRAM	Downlight	2	26	2		104	0
	E2S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		3	0	108

IDENTIF. LOCAL ACTIVIDAD/ORIENTACION	IDENT. CTO	TIPO ALUMBRADO	TIPO LAMPARA	TIPO LUMINARIA	Nº Y POTEN LUMINARIA		Nº LUMINARIA		POTENCIA (W)	
					Nº	Potencia (W)	N	E	N	E
PASILLO DE ESTE A OESTE (NORTE)	2N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	3		108	0
	E2N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		2	0	72
PASILLO DE ESTE A OESTE (SUR)	2S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	7		252	0
	E2S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		3	0	108
ESCALERA CENTRAL -AULAS	6S		DULUX 2G11 18W	Aplique pared	2	18	2		72	0
	E2N		DULUX 2G11 18W	Aplique pared	2	18		2	0	72
ALMACEN PLATÓ NORTE	2N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	2		72	0
	E2N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		1	0	36
CONTROL Y REALIZACION - NORTE	2N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	2		72	0
CONSERJERÍA - SUR	6S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	2		72	0
PLATÓ INFORMATIVOS - SUR	16S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	3		108	0
	E2S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		1	0	36
CONTROL Y REALIZACIÓN- SUR	6S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	1		36	0
	2S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	1		36	0
PLATÓ CENTRO	2S		MHN-TD Pro Philips	Aplique estanco	1	150	3		450	0
	2N		MHN-TD Pro Philips	Aplique estanco	1	150	1		150	0
NUCLEO ESCALERAS NORTE	18N		DULUX 2G11 18W	Aplique pared	2	18	4		144	0
	E10N		DULUX 2G11 18W	Aplique pared	2	18		2	0	72

IDENTIF. LOCAL ACTIVIDAD/ORIENTACION	IDENT. CTO	TIPO ALUMBRADO	TIPO LAMPARA	TIPO LUMINARIA	Nº Y POTEN LUMINARIA		Nº LUMINARIA		POTENCIA (W)	
					Nº	Potencia (W)	N	E	N	E
ASEO ALUMNOS NORTE	4N		Megaman Bro709i	Reflector compacto	1	9	3		27	0
	E2N		Megaman Bro709i	Reflector compacto	1	9		1	0	9
	4N		Megaman Bro709i	Reflector compacto	1	9	3		27	0
CUARTO DE LIMPIEZA	4N		Megaman Bro709i	Reflector compacto	1	9	1		9	0
ASEO ALUMNAS NORTE	4N		Megaman Bro709i	Reflector compacto	1	9	3		27	0
	E2		Megaman Bro709i	Reflector compacto	1	9		1	0	9
	4N		Megaman Bro709i	Reflector compacto	1	9	3		27	0
CAMERINO- VESTUARIO NORTE	16N		Megaman Bro709i	Reflector compacto	1	9	3		27	0
	E8		Megaman Bro709i	Reflector compacto	1	9		1	0	9
SALA DE REDACCIÓN 1	20N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	12		432	0
	E2N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		7	0	252
	E2	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36			0	0
	E10N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36			0	0
SALA DE REDACCIÓN 2	2ñ	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	12		432	0
	E2N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		7	0	252
	E2									
REDACCIÓN INFORMATIVOS	2n	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	6		216	0
	E2	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		2	0	72
OFICINA ENTRE SALAS 1 Y 2	r2		DULUX D 26 X 2 OSRAM	Downlight	2	26	1		52	0

IDENTIF. LOCAL ACTIVIDAD/ORIENTACION	IDENT. CTO	TIPO ALUMBRADO	TIPO LAMPARA	TIPO LUMINARIA	Nº Y POTEN LUMINARIA		Nº LUMINARIA		POTENCIA (W)	
					Nº	Potencia (W)	N	E	N	E
TALLER TECNICO SUR	20S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	4		144	0
	E8S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		2	0	72
ALMACEN MATERIAL	20S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	1		36	0
	E8S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		1	0	36
VIDEOTECA	2S		DULUX D 26 X 2 OSRAM	Downlight	2	26	3		156	0
	E2S		DULUX D 26 X 2 OSRAM	Downlight	2	26		3	0	156
CABINAS DE EDICIÓN VIDEOS	p,q, r		DULUX D 26 X 2 OSRAM	Downlight	2	26	3		156	0
REPROGRAFÍA	2S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	4		144	0
	E2S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		2	0	72
PASILLO NORTE-SUR	16N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	5		180	0
	E8N	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		3	0	108
	16S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	4		144	0
	E8S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		2	0	72
HALL ENTRE PASILLOS	16S		DULUX 2G11 18W	Aplique pared	2	18	2		72	0
	16S		DULUX D 26 X 2 OSRAM	Downlight	2	26	1		52	0
HALL PASILLO ESTE- OESTE (NORTE)	20N		DULUX D 26 X 2 OSRAM	Downlight	2	26	1		52	0
	20N		DULUX 2G11 18W	Aplique pared	2	18	2		72	0

IDENTIF. LOCAL ACTIVIDAD/ORIENTACION	IDENT. CTO	TIPO ALUMBRADO	TIPO LAMPARA	TIPO LUMINARIA	Nº Y POTEN LUMINARIA		Nº LUMINARIA		POTENCIA (W)	
					Nº	Potencia (W)	N	E	N	E
NUCLEO ESCALERAS SUR	18S		DULUX 2G11 18W	Aplique pared	2	18	4		144	0
	E12S		DULUX 2G11 18W	Aplique pared	2	18		1	0	36
	E12S		DULUX 2G11 18W	Aplique pared	2	18		1	0	36
CUARTO DE INSTALACIONES SUR	20S	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58	1		58	0
PATINILLOS DE INSTALACIONES	20S- 4S		MHN-TD Pro Philips	Aplique estanco	1	150	4		600	0
CUARTO LIMPIEZA SUR	4S	Bombilla	Class A- CL/60w OSRAM	Aplique estanco	1	60	1		60	0
ASEOS ALUMNAS SUR	4S		Megaman Bro709i	Reflector compacto	1	9	2		18	0
	E2S		Megaman Bro709i	Reflector compacto	1	9		1	0	9
	4S		Megaman Bro709i	Reflector compacto	1	9	5		45	0
ASEO ALUMNOS SUR	4S		Megaman Bro709i	Reflector compacto	1	9	3		27	0
	E2S		Megaman Bro709i	Reflector compacto	1	9		1	0	9
	4S		Megaman Bro709i	Reflector compacto	1	9	3		27	0
ACCESO ASEOS SUR	4S		DULUX 2G11 18W	Aplique pared	2	18	2		72	0
	2S		DULUX 2G11 18W	Aplique pared	2	18	2		72	0
AULA 6 SUR	22S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	6		216	0
	E8S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		3	0	108
	22S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Reflector pizarra	1	36	5		180	0
DESPACHO ADMINISTRACION 1 SUR	22S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	1		36	0
	E10S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		1	0	36

IDENTIF. LOCAL ACTIVIDAD/ORIENTACION	IDENT. CTO	TIPO ALUMBRADO	TIPO LAMPARA	TIPO LUMINARIA	Nº Y POTEN LUMINARIA		Nº LUMINARIA		POTENCIA (W)	
					Nº	Potencia (W)	N	E	N	E
DESPACHO ADMINISTRACION 2 SUR	22S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	1		36	0
	E10S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		1	0	36
DESPACHO ADMINISTRACION 3 SUR	22S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	1		36	0
	E10S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		1	0	36
DESPACHO ADMINISTRACION 4 SUR	22S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	1		36	0
	E10S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		1	0	36
DESPACHO ADMINISTRACION 4 SUR	22S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	1		36	0
	E10S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		1	0	36
DESPACHO ADMINISTRACION 5 SUR	22S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	3		108	0
	E10S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		1	0	36
ADMINISTRACION ZONA 2.1 SUR	24S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	2		72	0
	E10S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		1	0	36
ADMINISTRACION ZONA 2.2 SUR	24S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	2		72	0
	E10S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		2	0	72
ADMINISTRACION ZONA 2.3 SUR	24S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	1		36	0
	E10S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		1	0	36
PASILLO ADMINISTRACION SUR	24S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36	4		144	0
	E10S	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Empotrable en techo	1	36		2	0	72



<b>IDENTIF. LOCAL ACTIVIDAD/ORIENTACION</b>	<b>IDENT. CTO</b>	<b>TIPO ALUMBRADO</b>	<b>TIPO LAMPARA</b>	<b>TIPO LUMINARIA</b>	<b>Nº Y POTEN LUMINARIA</b>		<b>Nº LUMINARIA</b>		<b>POTENCIA (W)</b>	
					<b>Nº</b>	<b>Potencia (W)</b>	<b>N</b>	<b>E</b>	<b>N</b>	<b>E</b>
<b>SUMA TOTAL</b>									<b>10911</b>	<b>3617</b>

**UNIVERSIDAD CARLOS III. CAMPUS DE GETAFE**  
**EDIFICIO 17. AULARIO PARA PERIODISMO Y COMUNICACIÓN**

**INVENTARIO DE ALUMBRADO**

**PLANTA**

**SOTANO**

IDENTIF. LOCAL ACTIVIDAD/ORIENTACION	IDENT. CTO	TIPO ALUMBRADO	TIPO LAMPARA	TIPO LUMINARIA	Nº Y POTEN LUMINARIA		Nº LUMINARIA		POTENCIA (W)	
					Nº	Potencia (W)	N	E	N	E
Sala CL2- Norte	14P	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58	2		116	0
	8E	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58		1	0	58
Aparcamiento	14	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58	4		232	0
	20	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58	12		696	0
	18	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58	10		580	0
	16	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58	6		348	0
	6E	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58		3	0	174
	6	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58	1		58	0
	8E	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58		4	0	232
	4E	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58		8	0	464
	8	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58	11		638	0
	2E	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58		5	0	290
	4n	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58	1		58	0
Entrada Aparcamiento	2E	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58		1	0	58
	8	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58	1		58	0

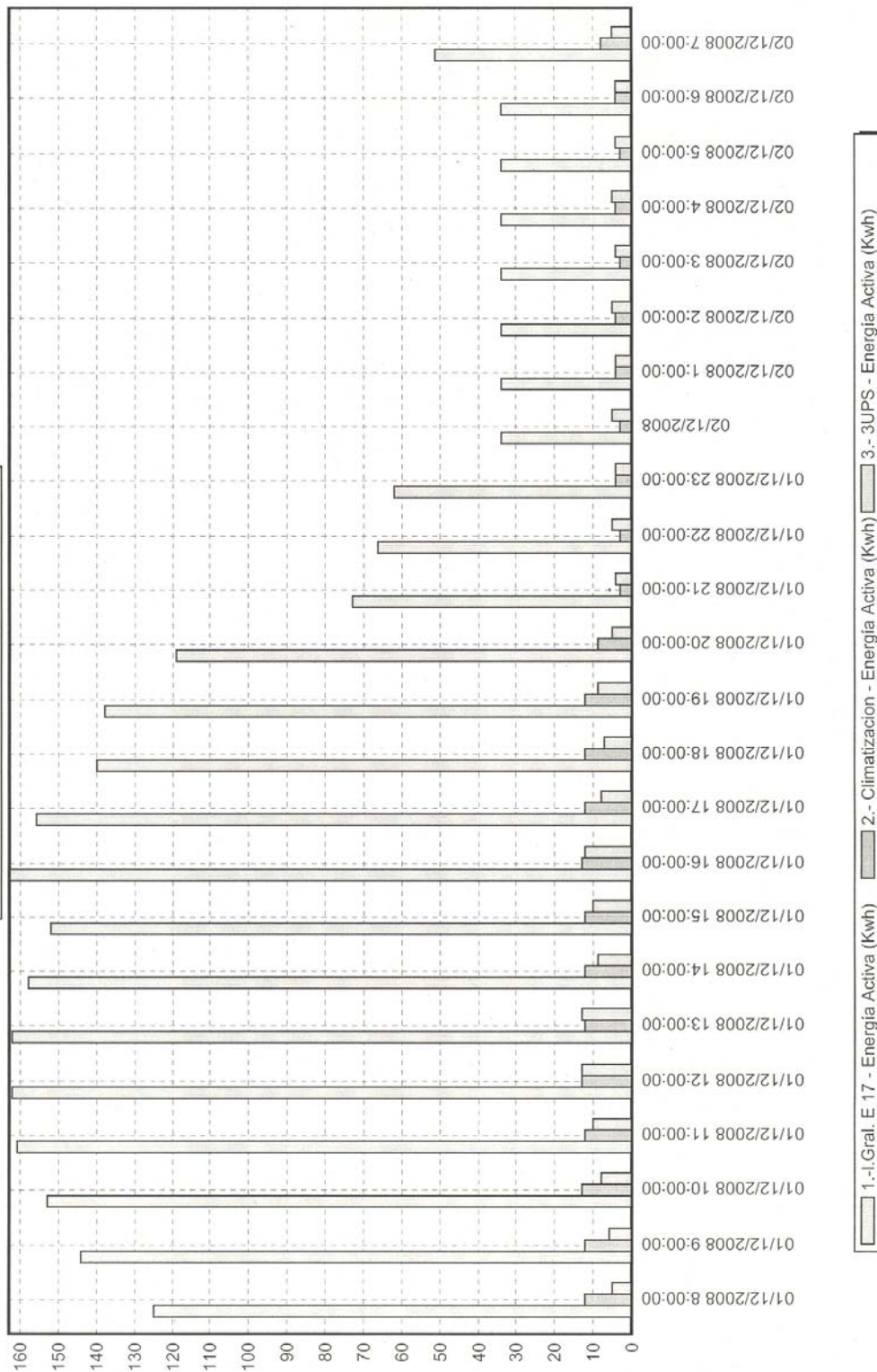
IDENTIF. LOCAL ACTIVIDAD/ORIENTACION	IDENT. CTO	TIPO ALUMBRADO	TIPO LAMPARA	TIPO LUMINARIA	Nº Y POTEN LUMINARIA		Nº LUMINARIA		POTENCIA (W)	
					Nº	Potencia (W)	N	E	N	E
Sala CL-1 Y CL-9 Sur	6	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58	3		174	0
	8E	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58		1	0	58
	40	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58	1		58	0
	60	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58	1		58	0
17.S06/S	6n	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58	4		232	0
	6E	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58		2	0	116
Centro de transformación	41	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58	2		116	0
	4l	Halogeno	MHN-TD Pro Philips	Aplique estanco	1	150	1		150	0
	6E	Halogeno	MHN-TD Pro Philips	Aplique estanco	1	150		1	0	150
	4E	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58		1	0	58
Acceso al centro de transformación	4l	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58	1		58	0
Centro de seccionamiento	6m	Halogeno	MHN-TD Pro Philips	Aplique estanco	1	150	2		300	0
	6E	Halogeno	MHN-TD Pro Philips	Aplique estanco	1	150		1	0	150
Acceso al C. Seccionamiento	6m	Halogeno	MHN-TD Pro Philips	Aplique estanco	1	150	1		150	0
Cuadro General de Distribucion Sur	4k	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58	2		116	0
	6E	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58		1	0	58
Acceso al C.G.Distribución Sur	4j	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58	1		58	0
Escalera Sur	4h	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58	1		58	0
	4E	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58		1	0	58
Acceso Escalera	4i	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58	1		58	0

IDENTIF. LOCAL ACTIVIDAD/ORIENTACION	IDENT. CTO	TIPO ALUMBRADO	TIPO LAMPARA	TIPO LUMINARIA	Nº Y POTEN LUMINARIA		Nº LUMINARIA		POTENCIA (W)	
					Nº	Potencia (W)	N	E	N	E
Sala CL-6 y CL-8 Sur	2g	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58	3		174	0
	4E	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58		1	0	58
Acceso a Sala Climatizadores	2f	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58	2		116	0
Cuarto de Bombas	2e	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58	1		58	0
	2E	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58		1	0	58
Cuadro General Voz/Datos	2b1	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Regleta estanca	1	36	2		72	0
Almacen Mantenimiento Sur (1)	2b	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Regleta estanca	1	36	1		36	0
	2E	Fluorescente	L36W/840 OSRAM	Regleta estanca	1	36		1	0	36
Almacen Mantenimiento Sur (2)	2a	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58	6		348	0
Acceso Almacen de Mantenimiento	1d	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58	1		58	0
Galería de instalaciones OESTE	2c	Halogeno	MHN-TD Pro Philips	Aplicue estanco	1	150	5		750	0
	2E	Halogeno	MHN-TD Pro Philips	Aplicue estanco	1	150		3	0	450
16S.15 Norte	10bb	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58	8		464	0
Sala CL 3 - Norte	10aa	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58	4		232	0
Acceso Sala CL-3	10z	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58	2		116	0
Sala CL 4-Sur	16dd	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58	4		232	0
Acceso Sala CL-4	16ee	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58	1		58	0
Oficina-Sur	16ee	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58	1		58	0
Vestuario Personal Sur (1)	12x	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58	2		116	0
	12xx	Bombilla	Class A- CL/60w OSRAM	Aplicue estanco	1	60	1		60	0

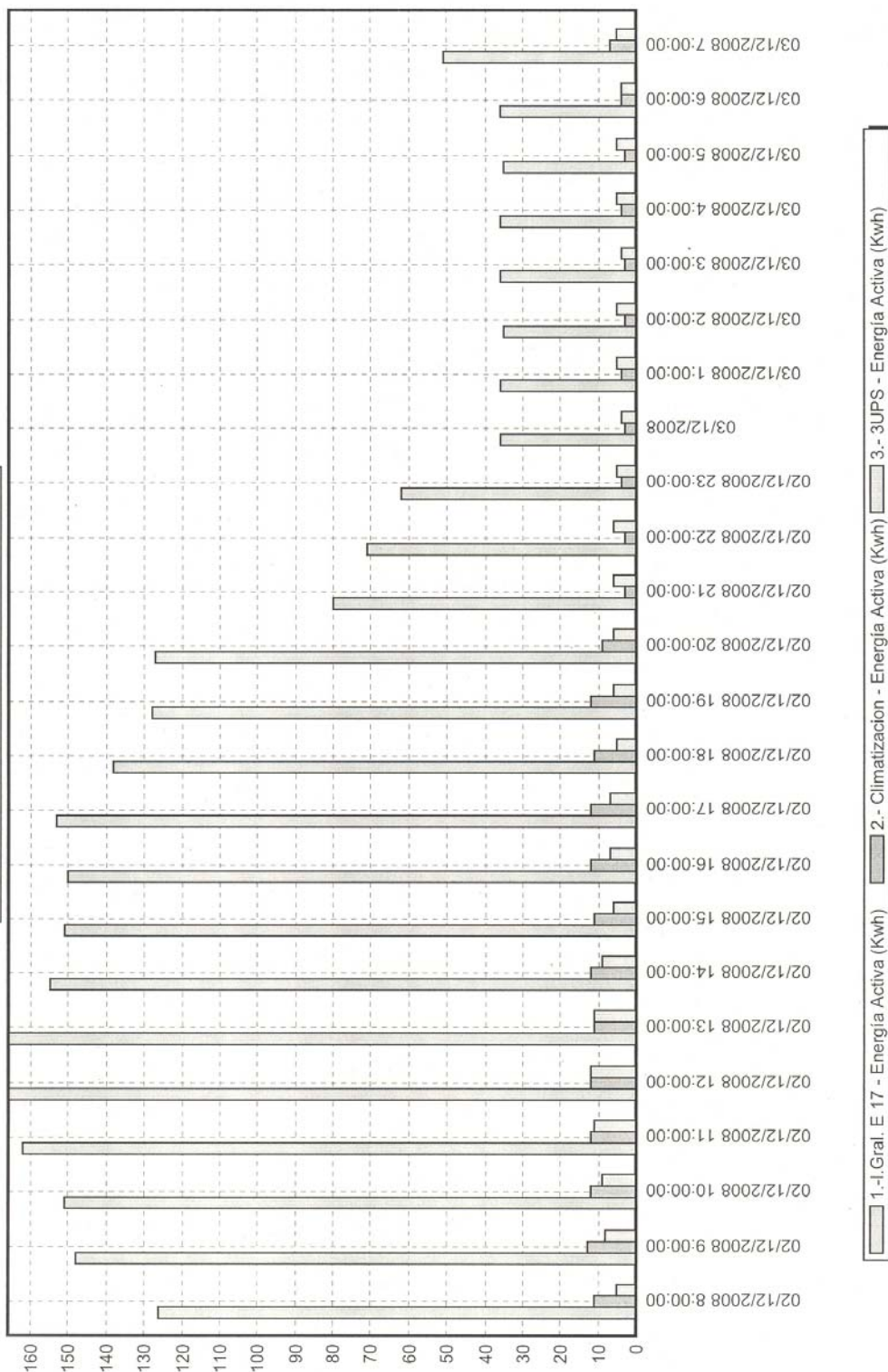
IDENTIF. LOCAL ACTIVIDAD/ORIENTACION	IDENT. CTO	TIPO ALUMBRADO	TIPO LAMPARA	TIPO LUMINARIA	Nº Y POTEN LUMINARIA		Nº LUMINARIA		POTENCIA (W)	
					Nº	Potencia (W)	N	E	N	E
Aseo- Sur	12w	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58	2		116	0
	12y	Bombilla	Class A- CL/60w OSRAM	Aplique estanco	1	60	2		120	0
Vestuario Personal (2)	12r	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58	2		116	0
	12t	Bombilla	Class A- CL/60w OSRAM	Aplique estanco	1	60	1		60	0
	12s	Bombilla	Class A- CL/60w OSRAM	Aplique estanco	1	60	1		60	0
	12u	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58	1		58	0
Acceso a Aseo	12v	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58	1		58	0
Acceso a Escalera Norte	u	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58	2		116	0
Cuarto de Bombas 1 Norte	14q	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58	1		58	0
	4E	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58		1	0	58
Cuarto de Bombas 2	14q	Fluorescente	L58W/765 OSRAM	Regleta estanca	1	58	2		116	0
<b>SUMA TOTAL</b>									<b>8196</b>	<b>2584</b>

**ANEXO II: MEDICIONES ANALIZADORES DE REDES DEL  
EDIFICIO 17 DE LA UNIVERSIDAD CARLOS III**

Sistema: Sistema  
 Equipo: Equipo  
 Rango de fechas: 01/12/2008 08:00 - 02/12/2008 08:00

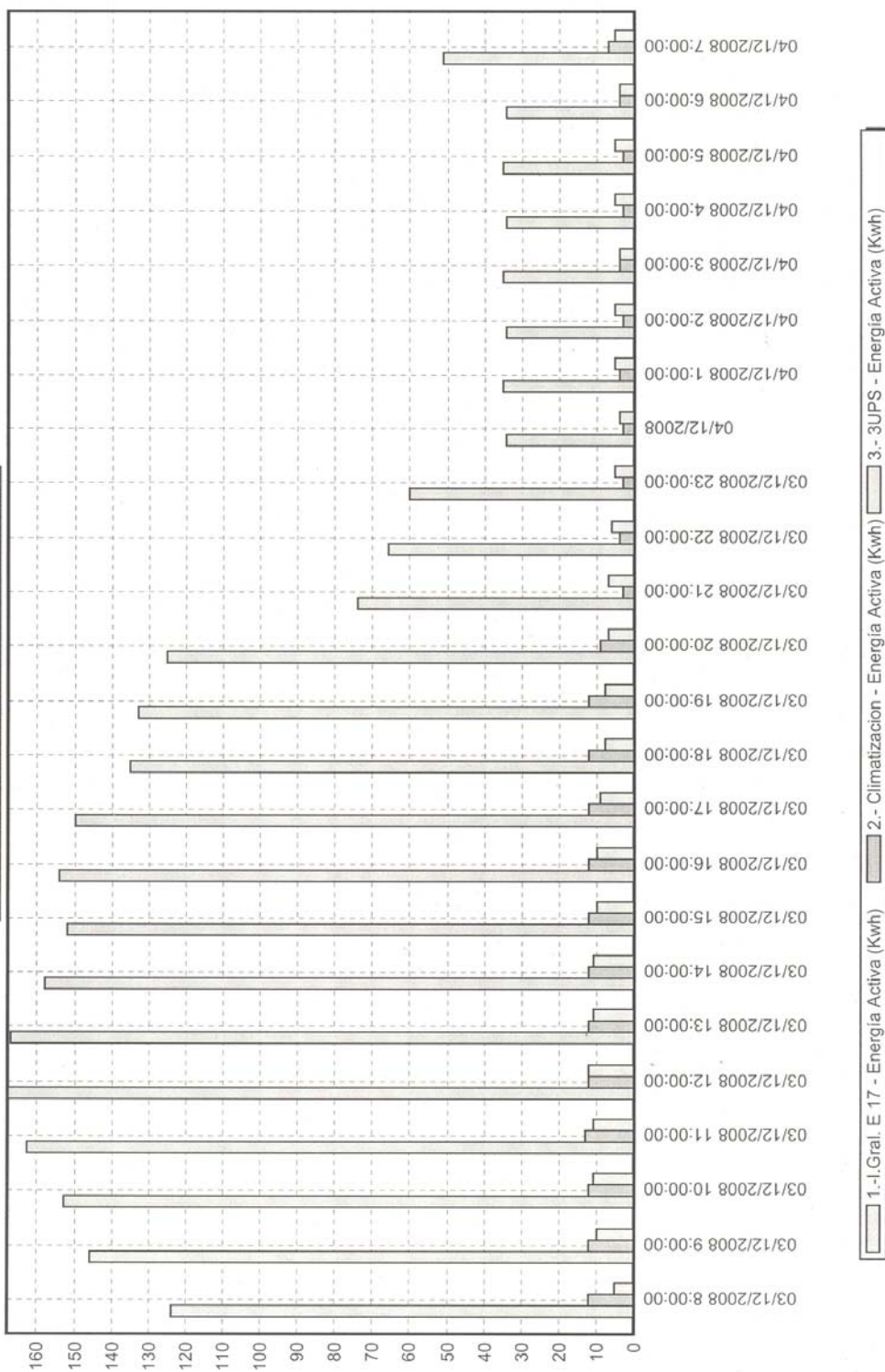


Sistema: Sistema  
 Equipo: Equipo  
 Rango de fechas: 02/12/2008 08:00 - 03/12/2008 08:00

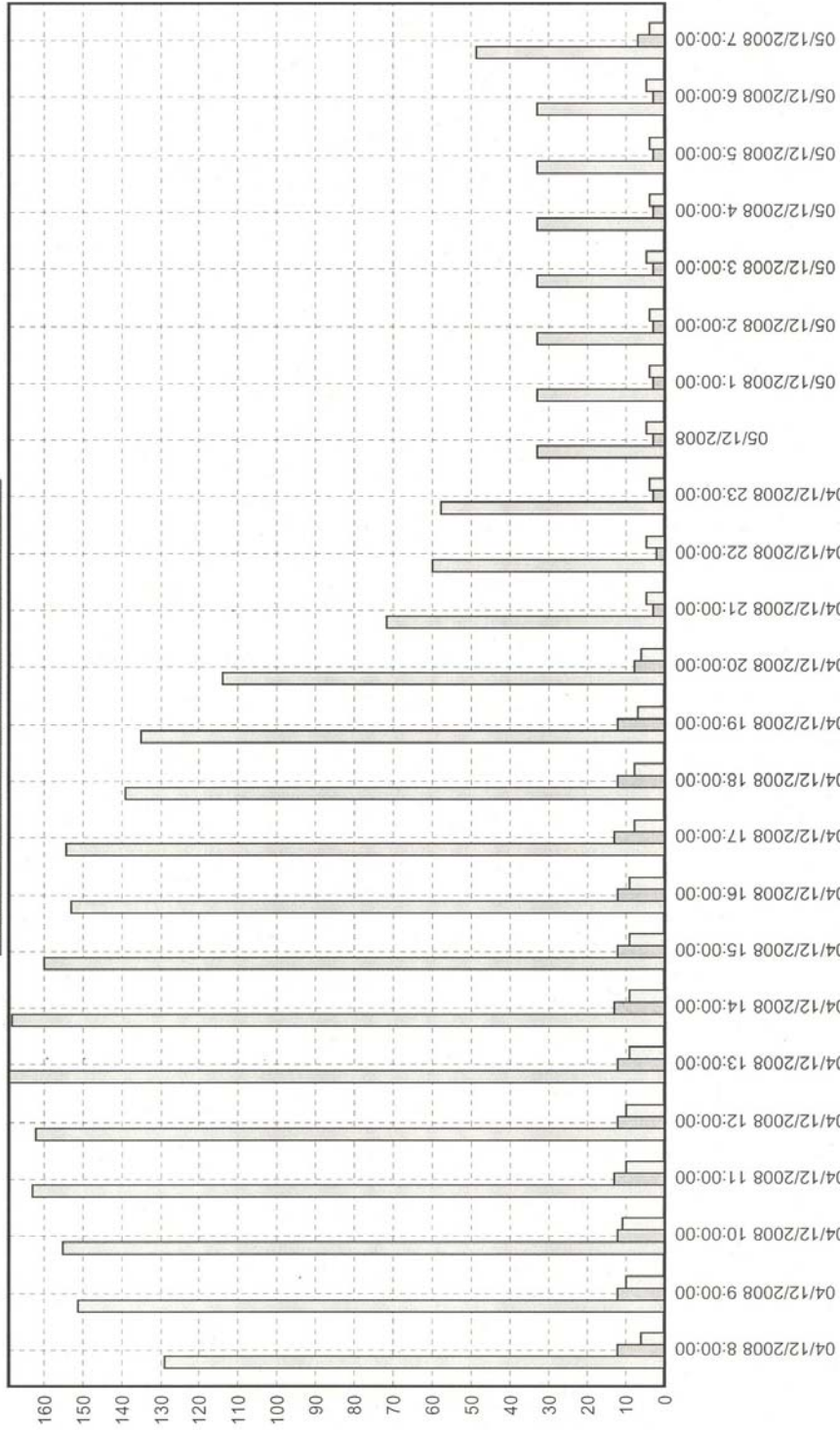




Sistema: Sistema  
 Equipo: Equipo  
 Rango de fechas: 03/12/2008 08:00 - 04/12/2008 08:00

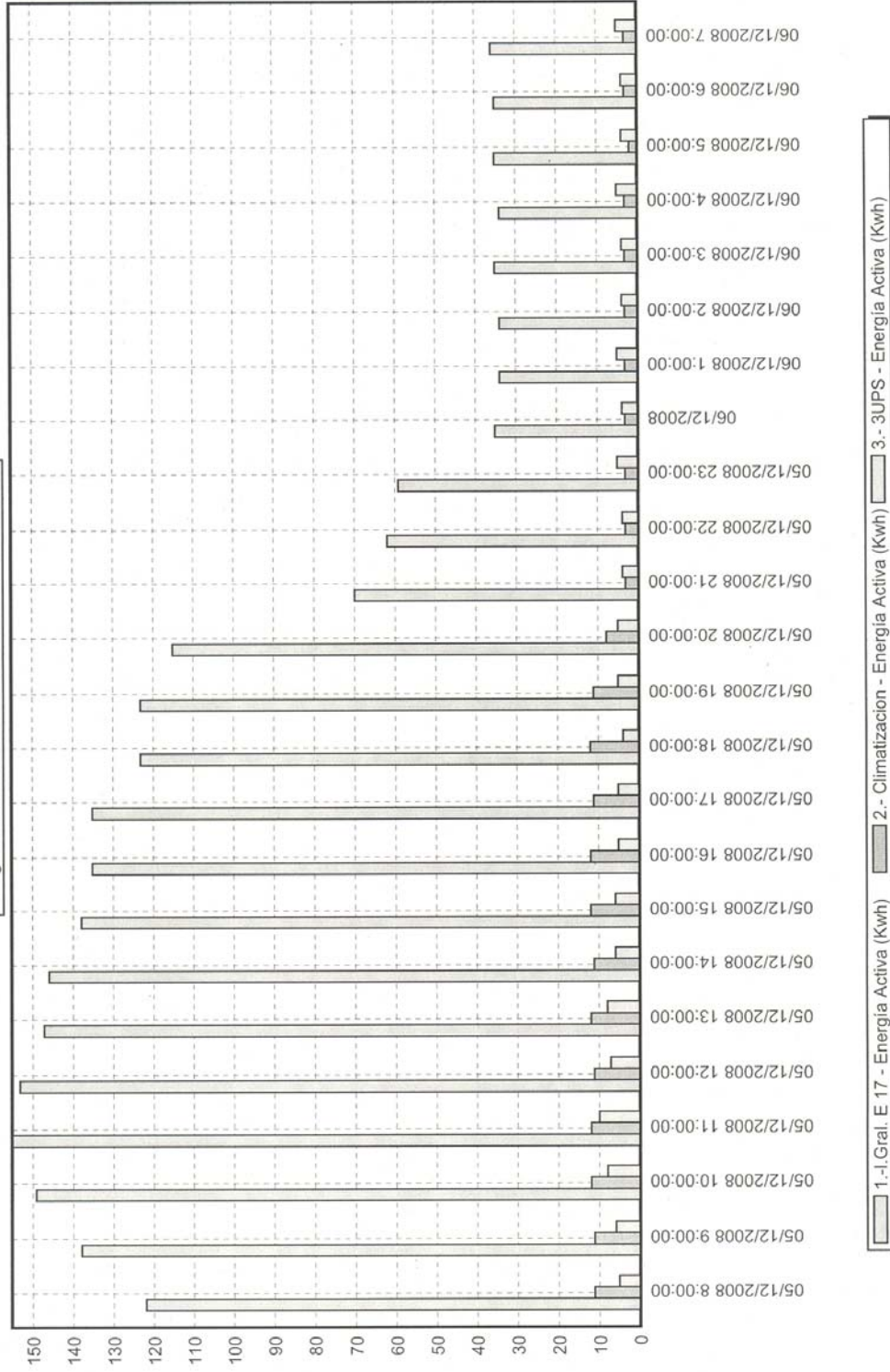


Sistema: Sistema  
 Equipo: Equipo  
 Rango de fechas: 04/12/2008 08:00 - 05/12/2008 08:00

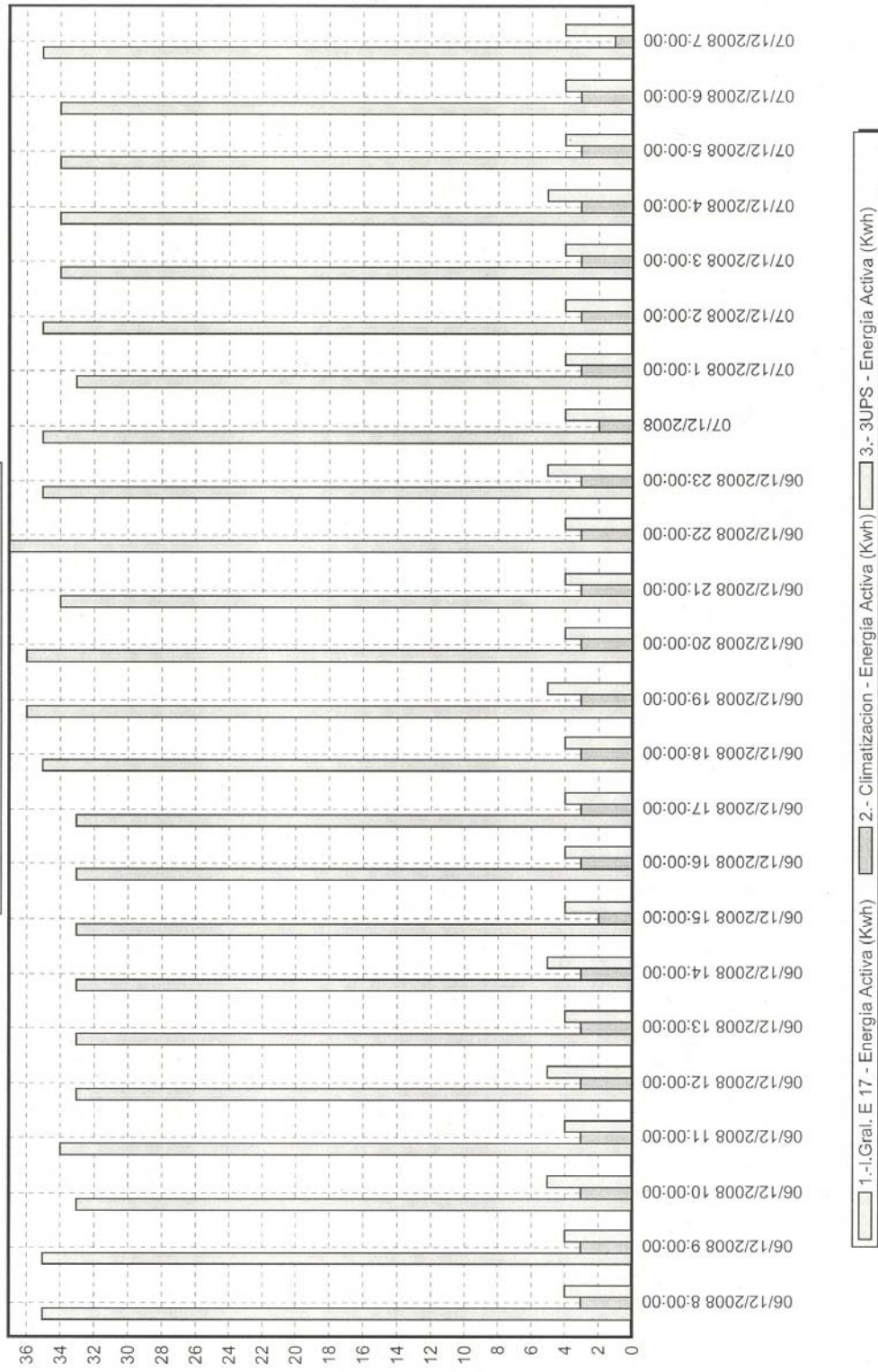


1.-I.Gral. E 17 - Energia Activa (Kwh) 2.- Climatizacion - Energia Activa (Kwh) 3.- 3UPS - Energia Activa (Kwh)

Sistema: Sistema  
 Equipo: Equipo  
 Rango de fechas: 05/12/2008 08:00 - 06/12/2008 08:00

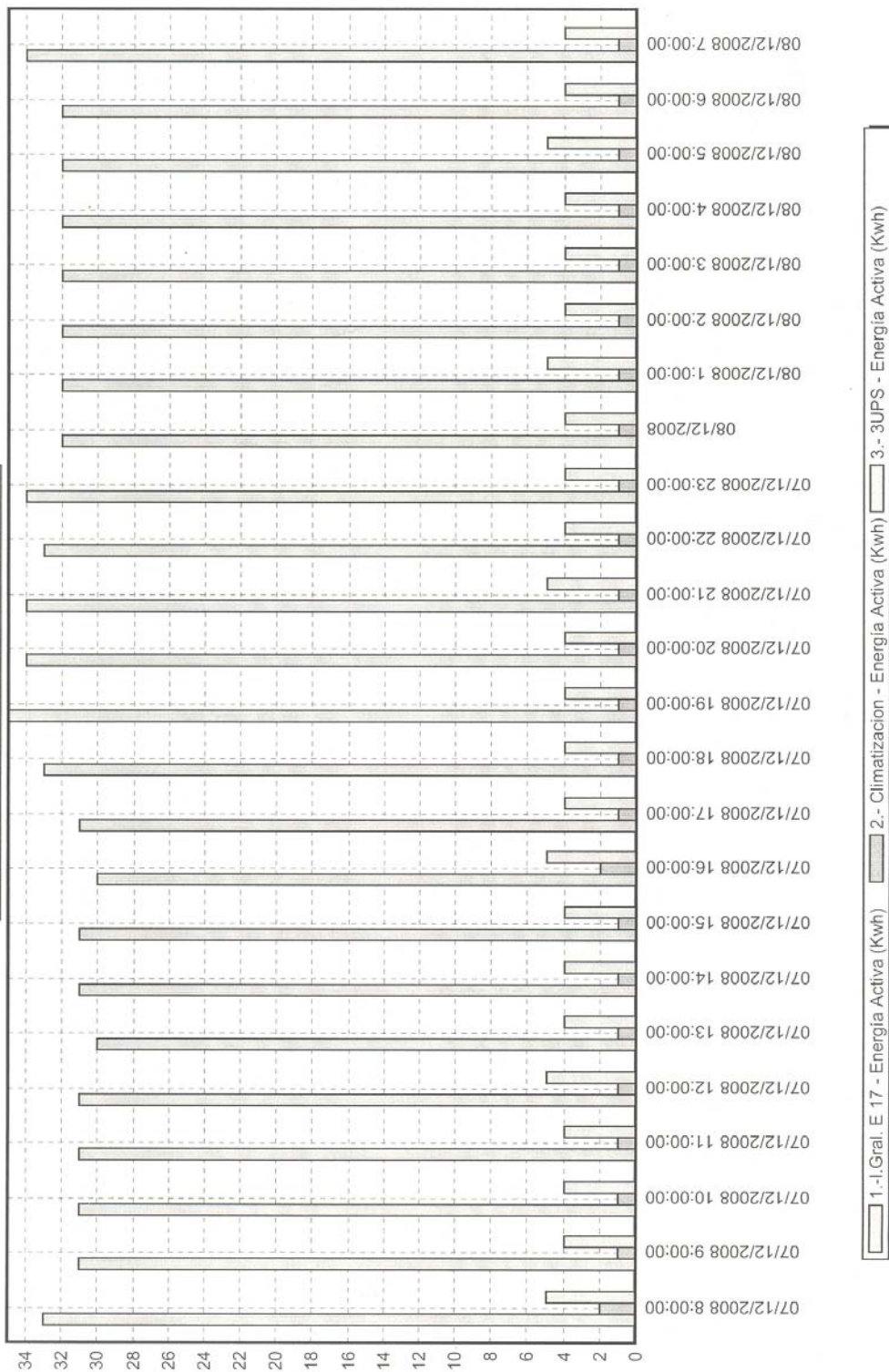


Sistema: Sistema  
Equipo: Equipo  
Rango de fechas: 06/12/2008 08:00 - 07/12/2008 08:00

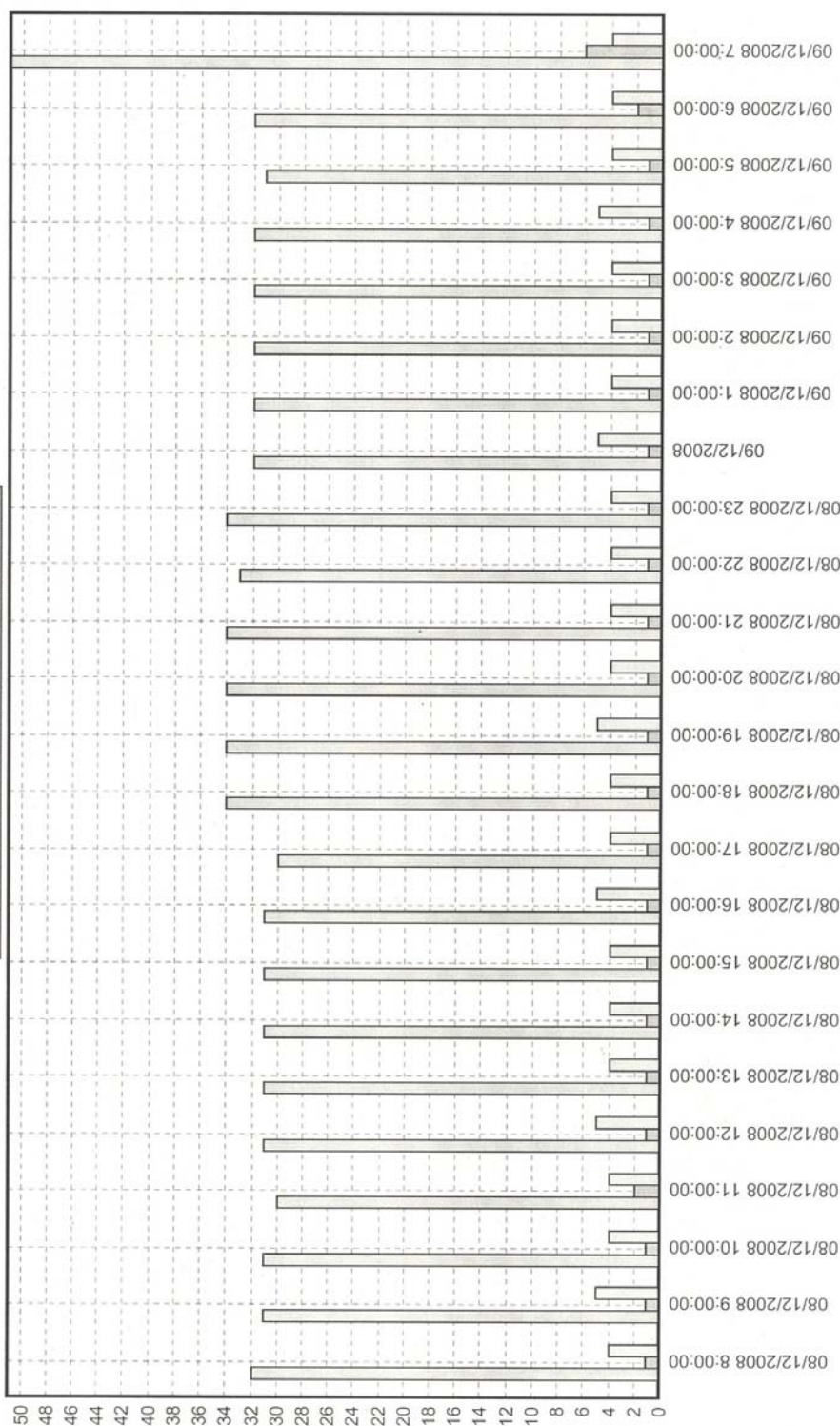




Sistema: Sistema  
 Equipo: Equipo  
 Rango de fechas: 07/12/2008 08:00 - 08/12/2008 08:00

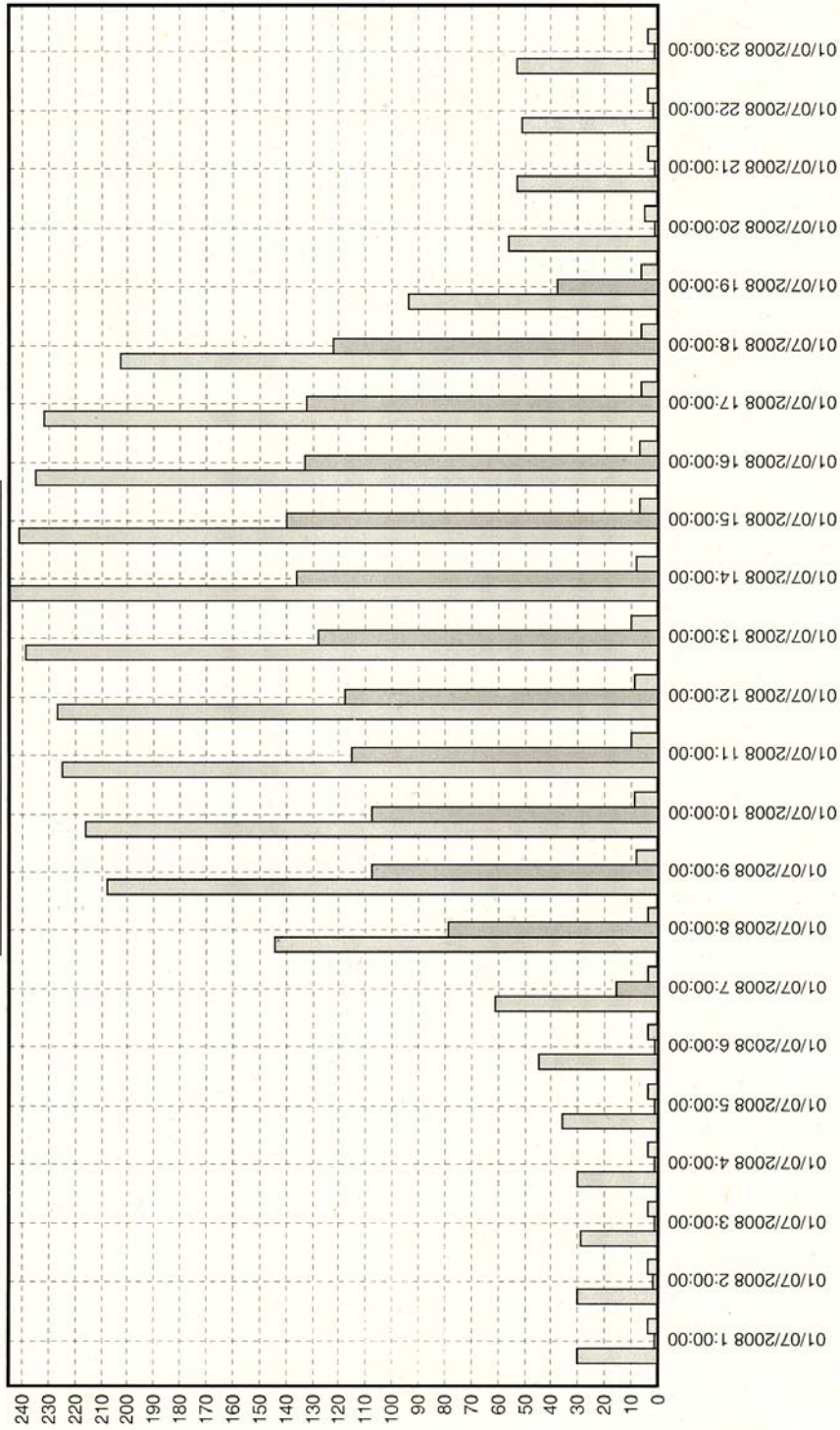


Sistema: Sistema  
 Equipo: Equipo  
 Rango de fechas: 08/12/2008 08:00 - 09/12/2008 08:00



1.- I. Gral. E 17 - Energía Activa (Kwh) 2.- Climatizacion - Energía Activa (Kwh) 3.- 3UPS - Energía Activa (Kwh)

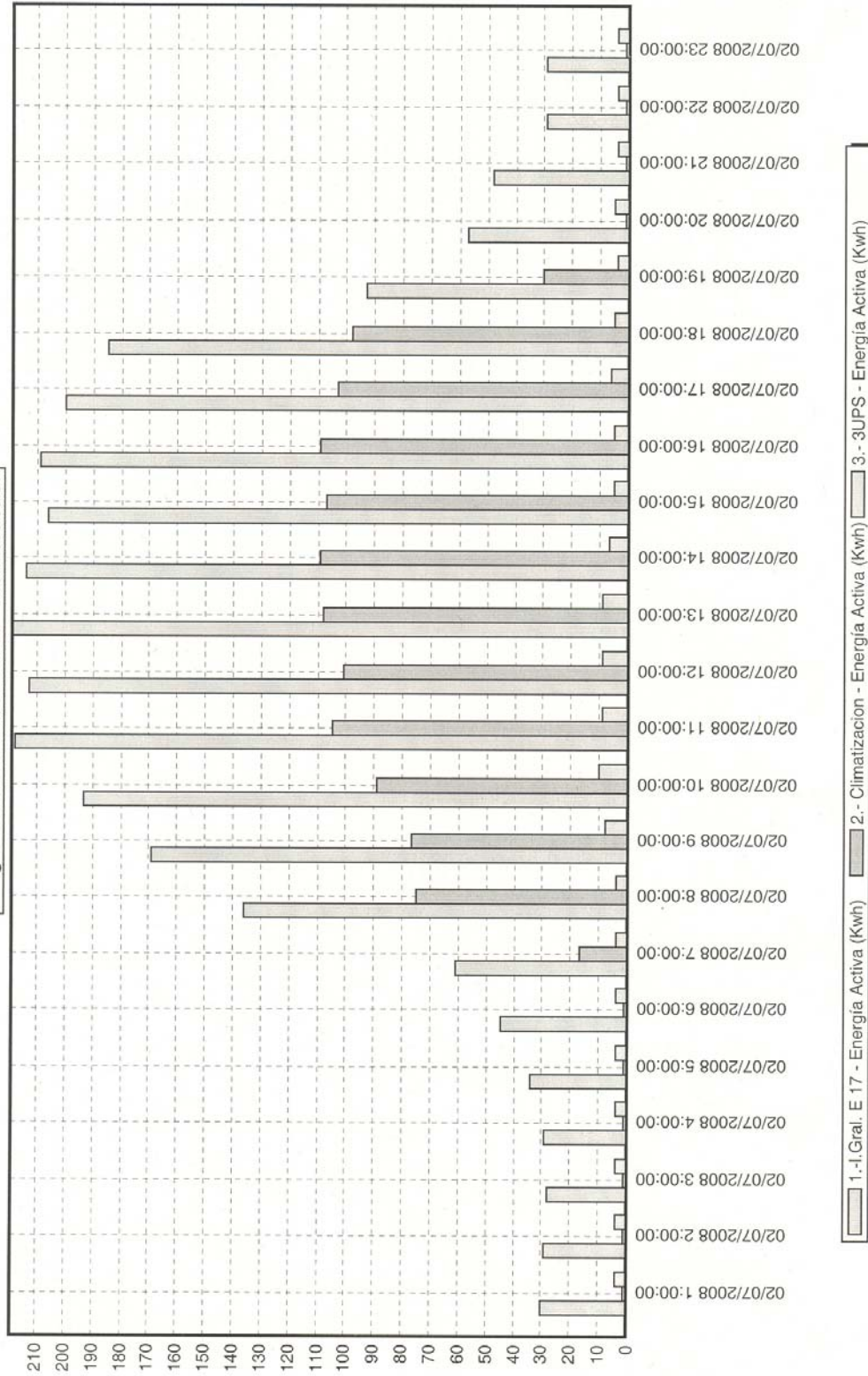
Sistema: Sistema  
Equipo: Equipo  
Rango de fechas: 01/07/2008 00:31 - 02/07/2008 00:31



1.-I.Gral. E 17 - Energia Activa (Kwh) 2.- Climatizac'on - Energia Activa (Kwh) 3.- 3UPS - Energia Activa (Kwh)

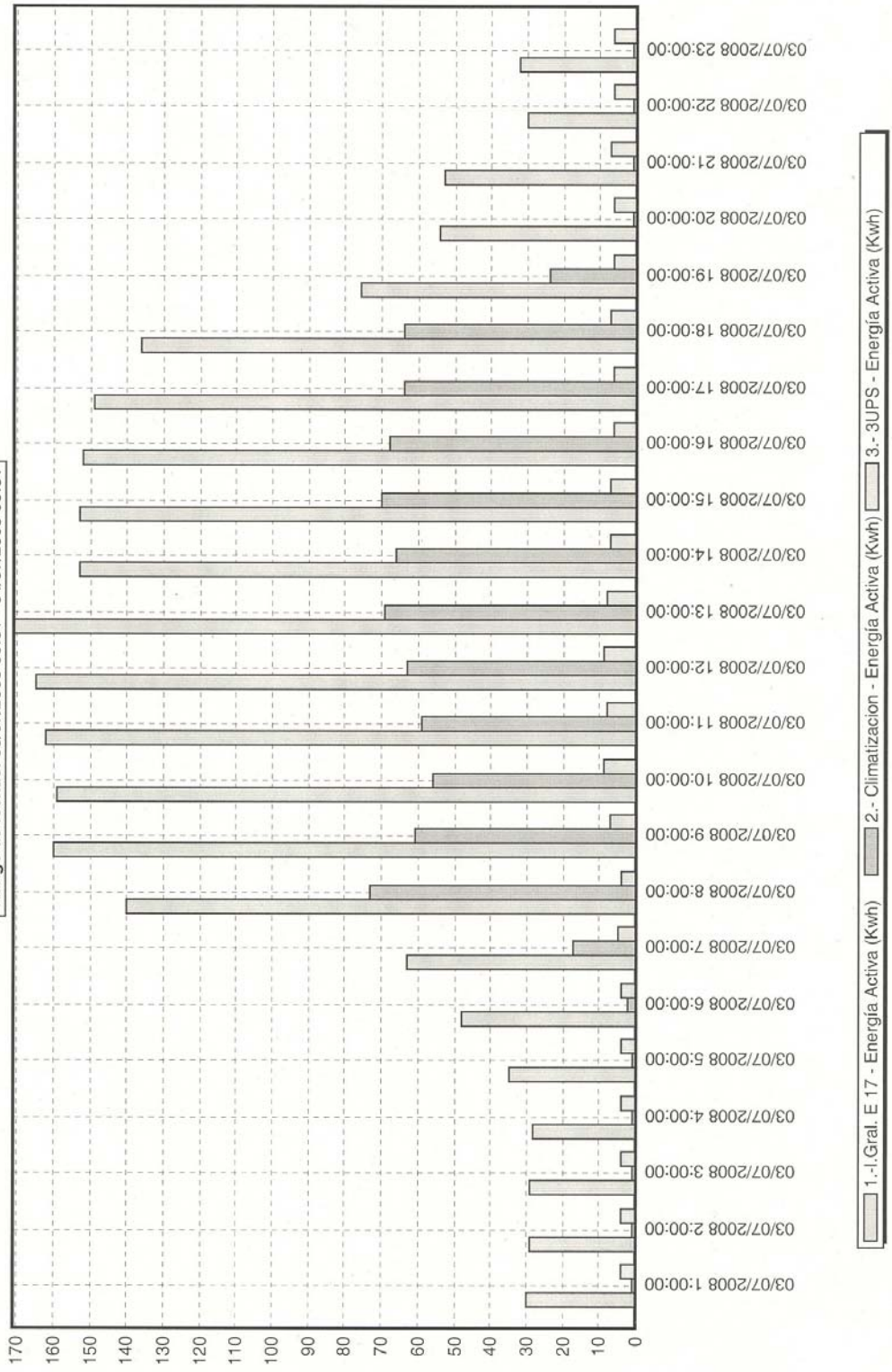


Sistema: Sistema  
Equipo: Equipo  
Rango de fechas: 02/07/2008 00:31 - 03/07/2008 00:31

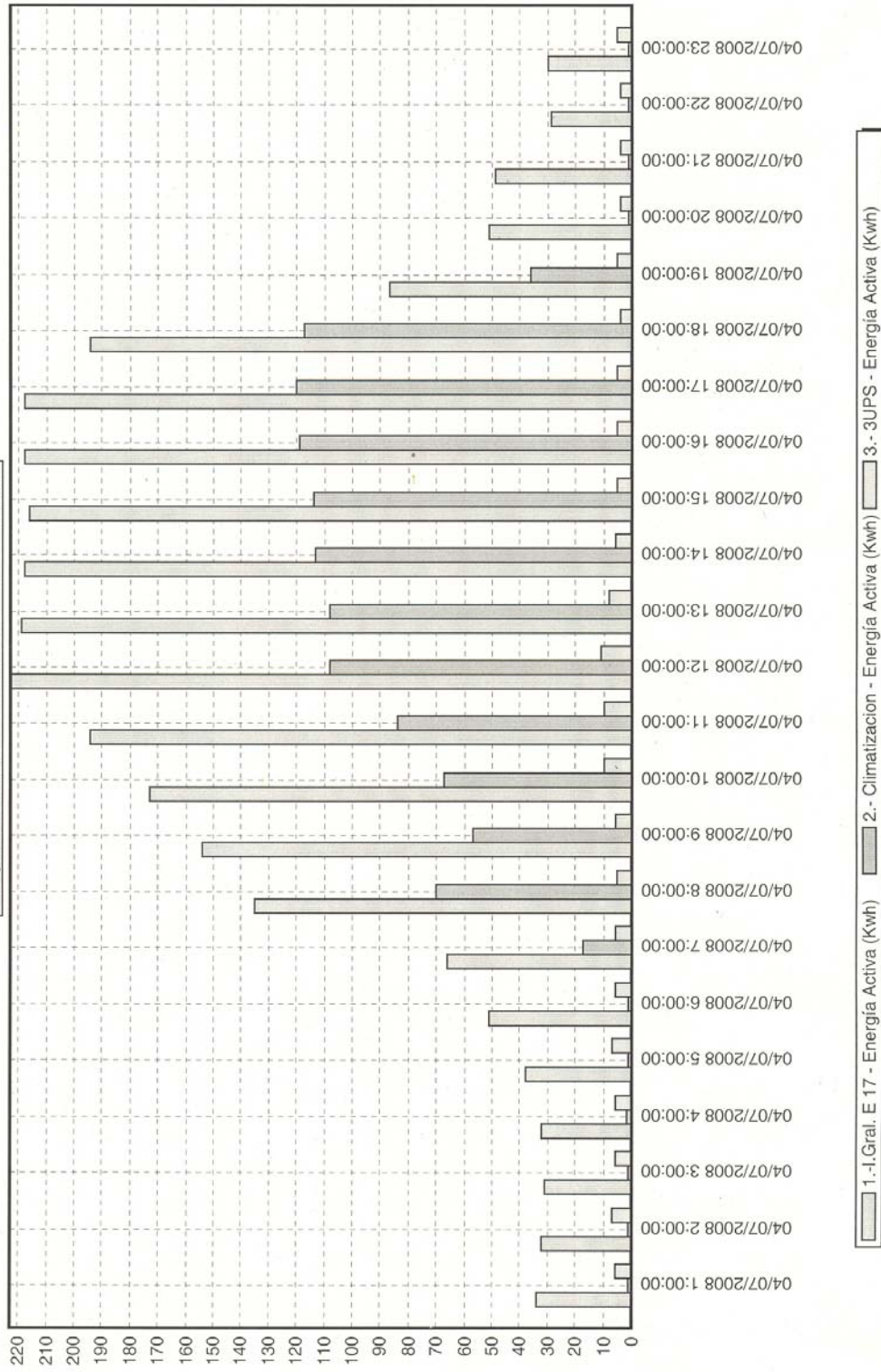




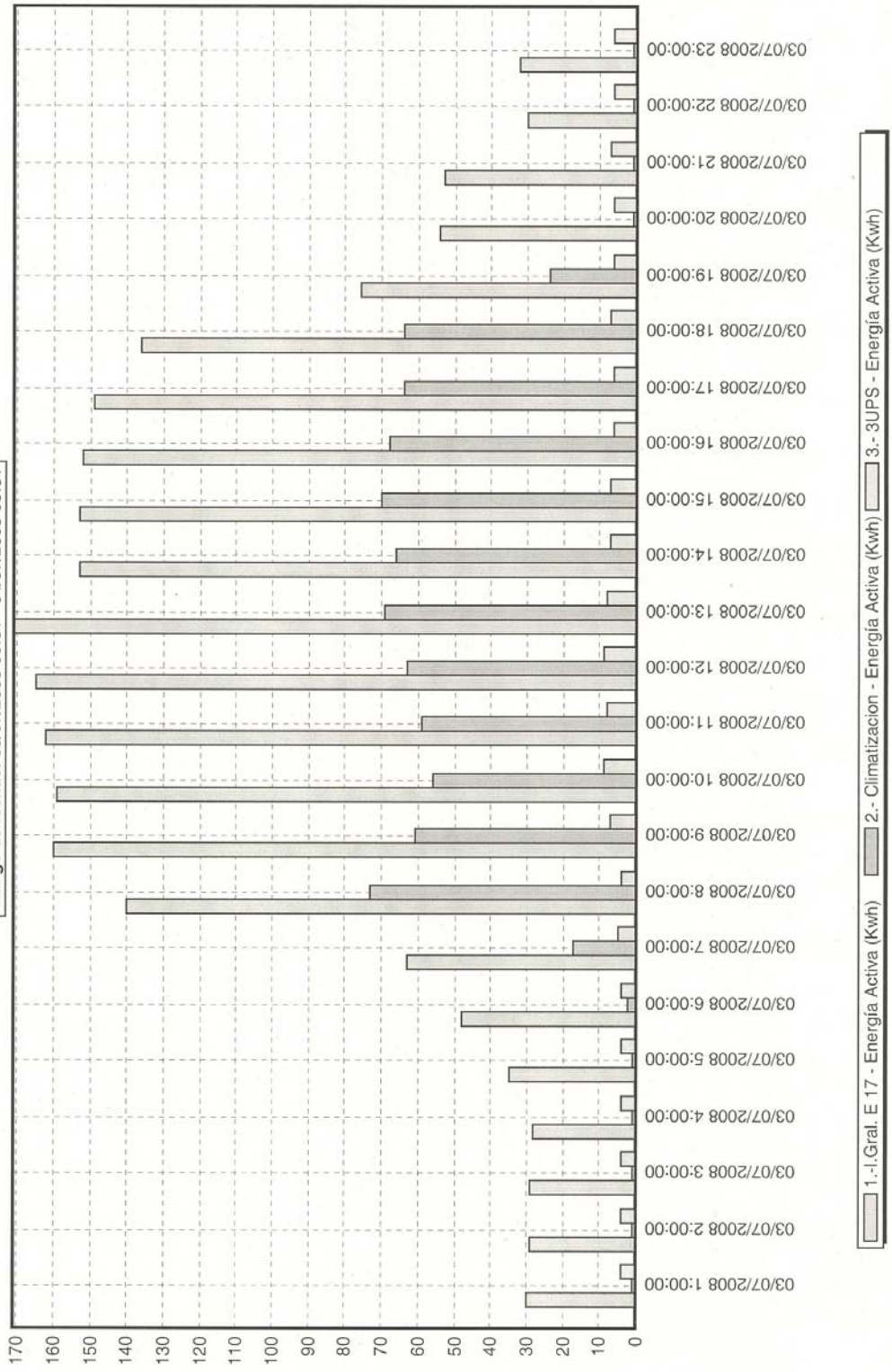
Sistema: Sistema  
 Equipo: Equipo  
 Rango de fechas: 03/07/2008 00:31 - 04/07/2008 00:31



Sistema: Sistema  
Equipo: Equipo  
Rango de fechas: 04/07/2008 00:31 - 05/07/2008 00:31

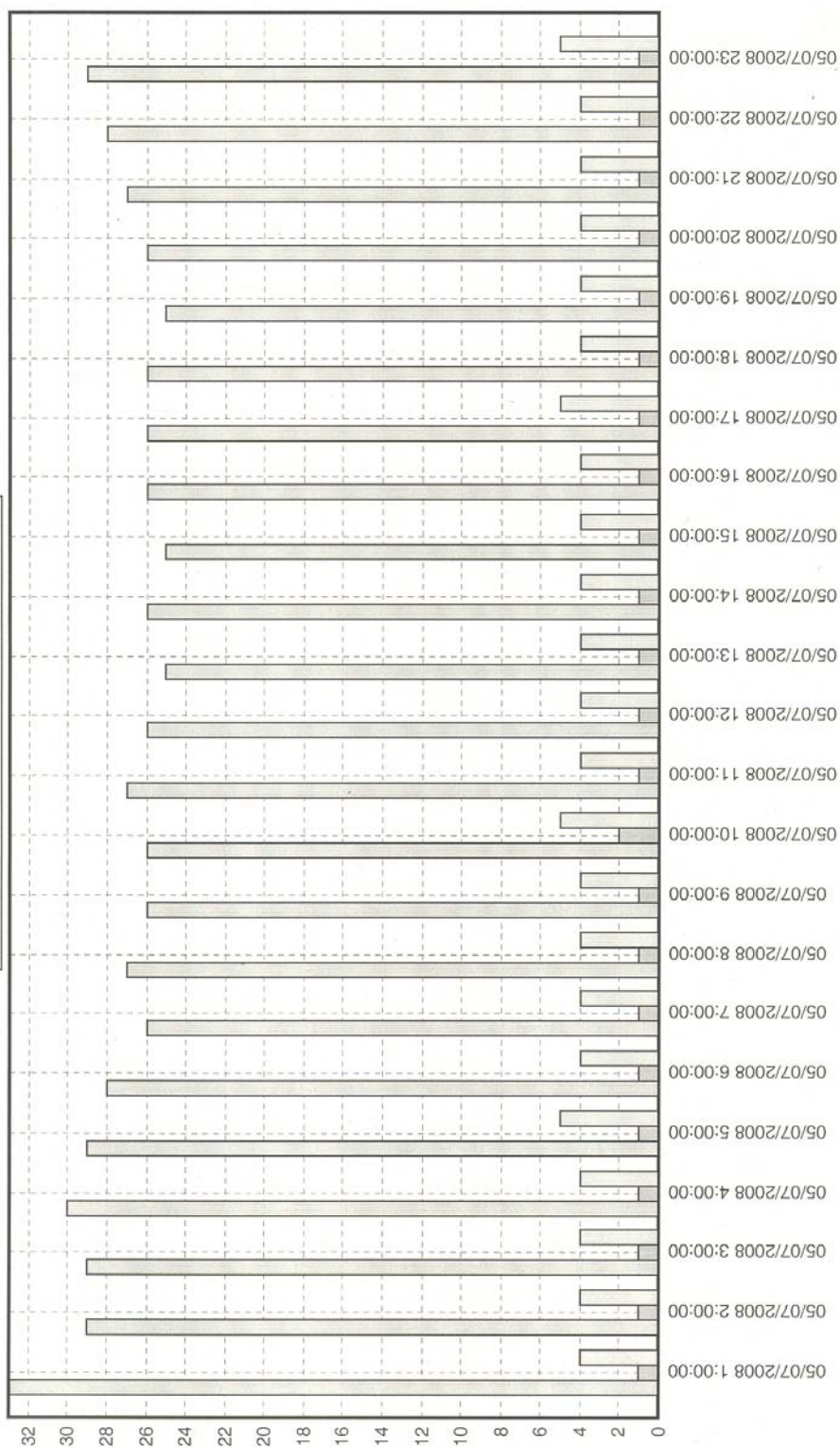


Sistema: Sistema  
 Equipo: Equipo  
 Rango de fechas: 03/07/2008 00:31 - 04/07/2008 00:31



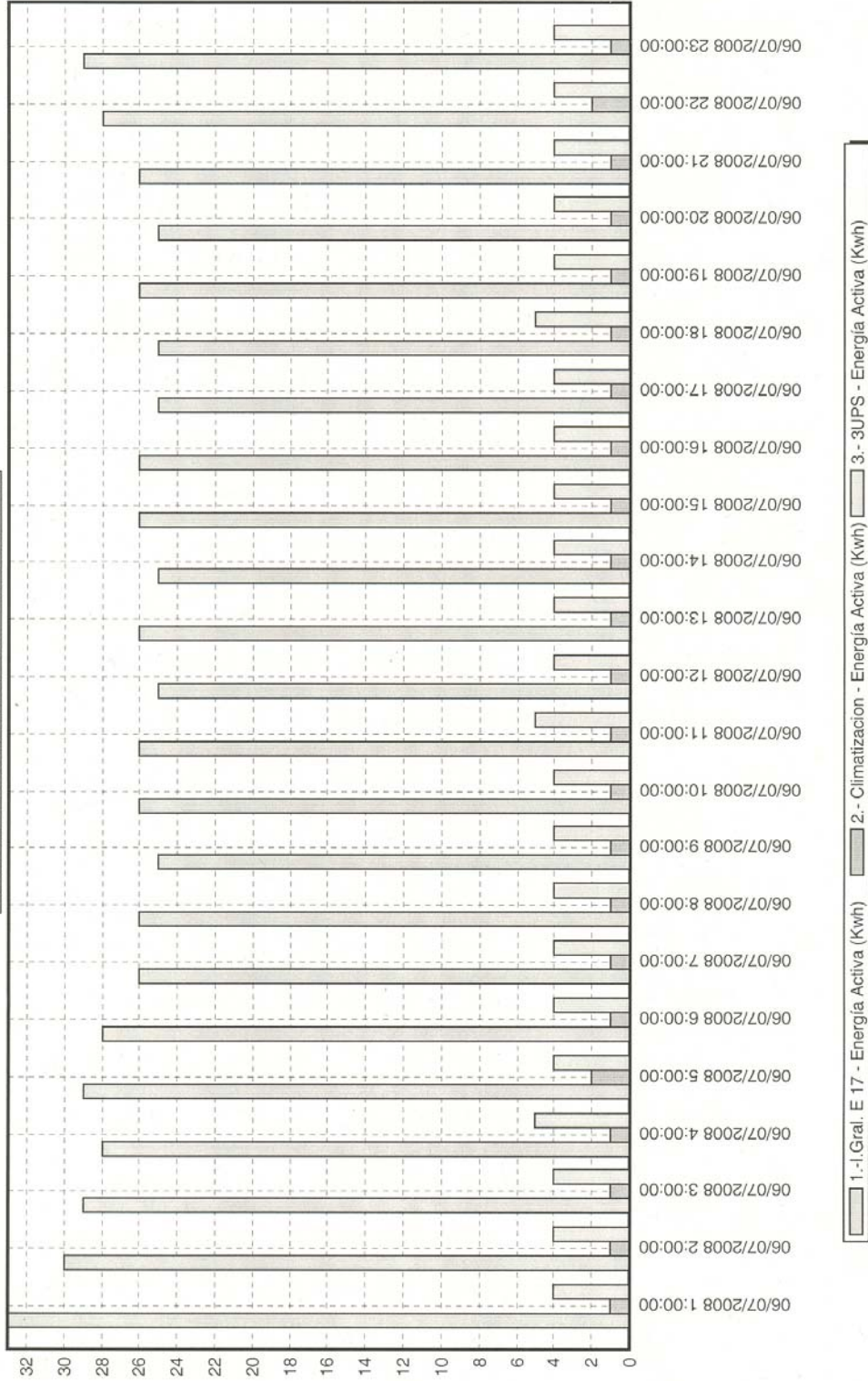


Sistema: Sistema  
Equipo: Equipo  
Rango de fechas: 05/07/2008 00:31 - 06/07/2008 00:31

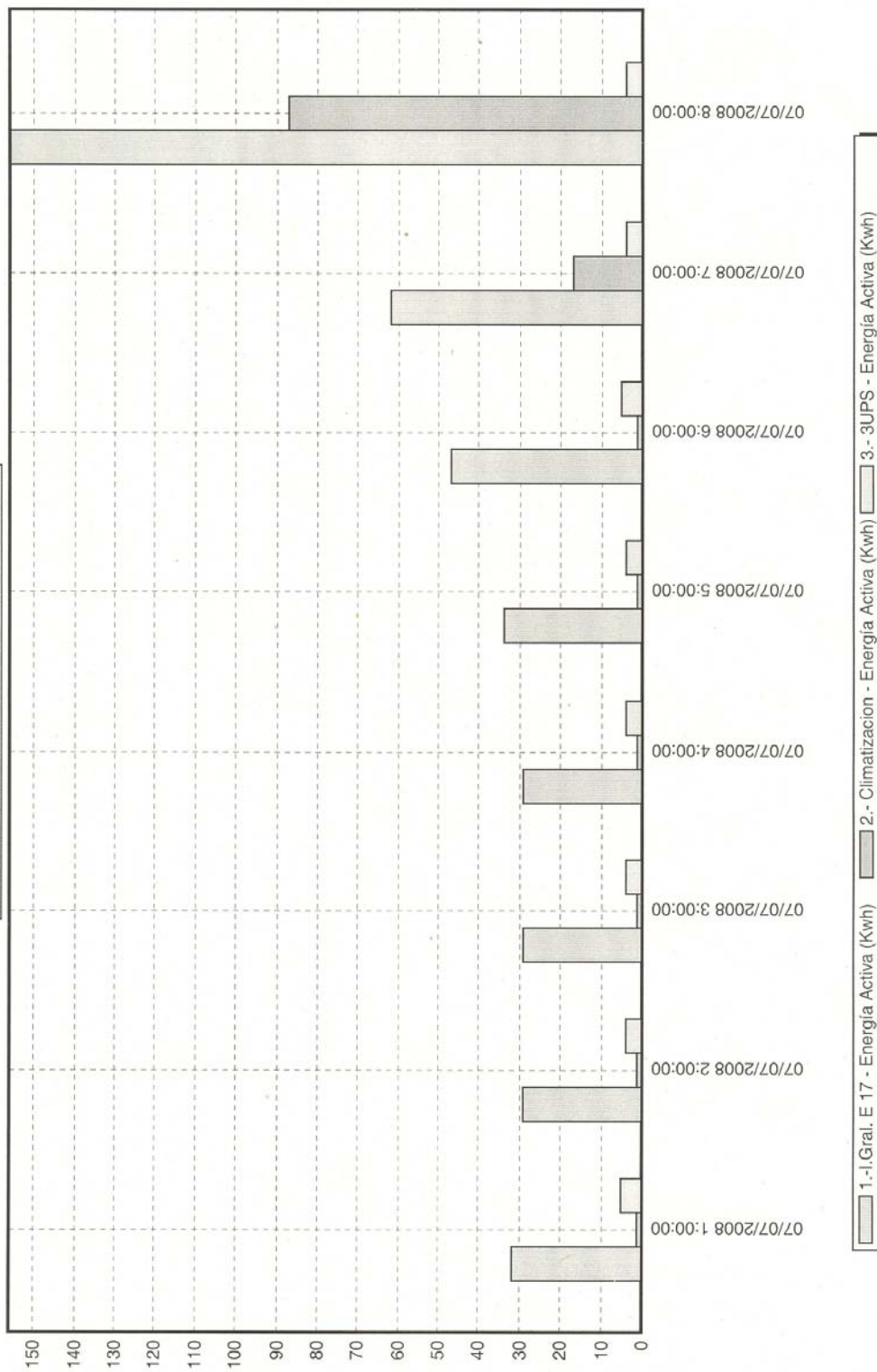


1.-I.Gral. E 17 - Energía Activa (Kwh) 2.- Climatizacion - Energía Activa (Kwh) 3.- 3UPS - Energía Activa (Kwh)

Sistema: Sistema  
 Equipo: Equipo  
 Rango de fechas: 06/07/2008 00:31 - 07/07/2008 00:31

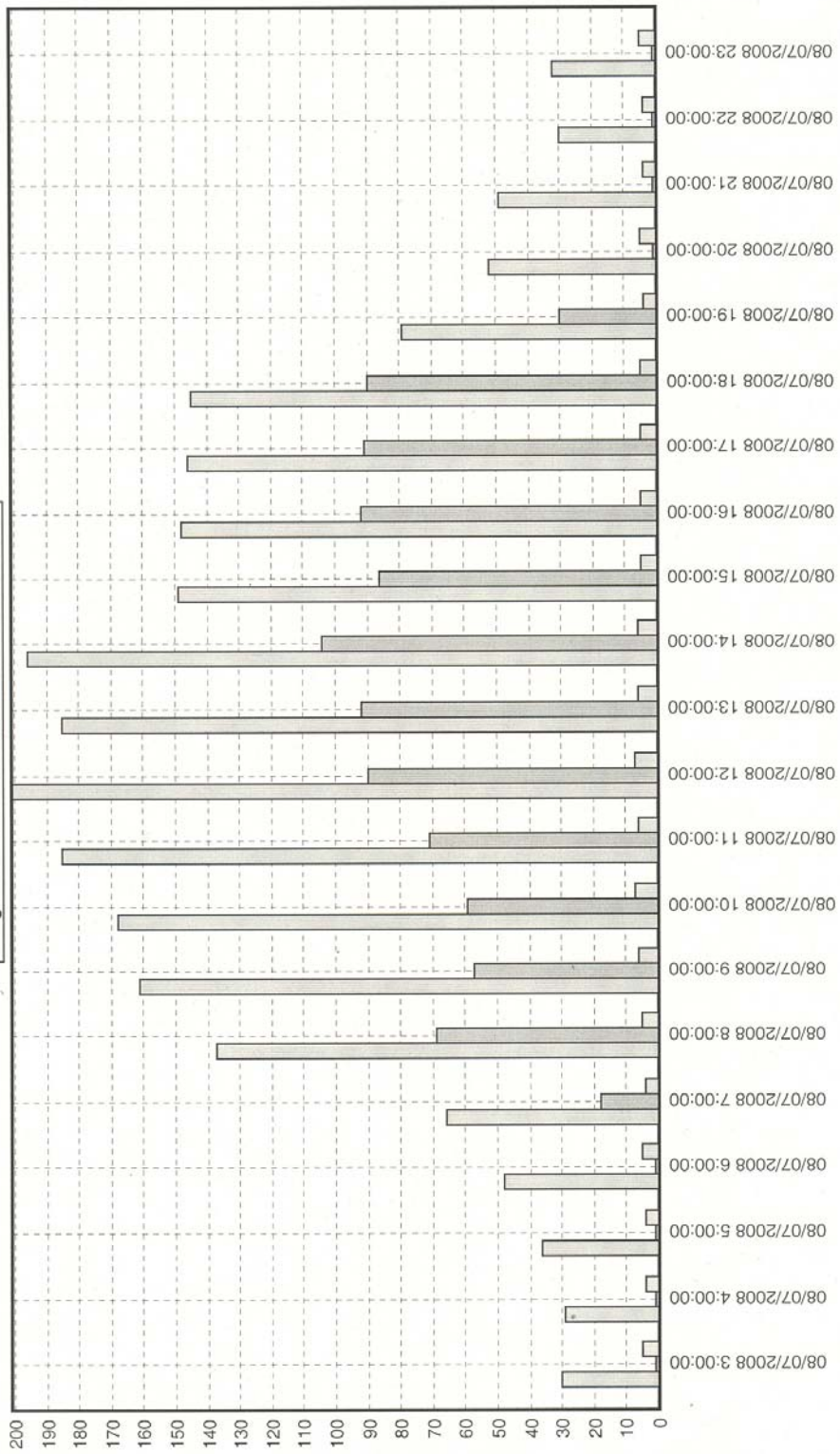


Sistema: Sistema  
 Equipo: Equipo  
 Rango de fechas: 07/07/2008 00:31 - 08/07/2008 00:31





Sistema: Sistema  
 Equipo: Equipo  
 Rango de fechas: 08/07/2008 00:31 - 09/07/2008 00:31



1. I.Gral. E 17 - Energía Activa (Kwh)    2. Climatizacion - Energía Activa (Kwh)    3. 3UPS - Energía Activa (Kwh)

**ANEXO III: MEDICIONES CON LUXÓMETRO DEL EDIFICIO 17 DE  
LA UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID**



**UNIVERSIDAD CARLOS III. CAMPUS DE GETAFE**  
**EDIFICIO 17. AULARIO PARA PERIODISMO Y COMUNICACIÓN**

## MEDICION ILUMINANCIA Y EFICIENCIA ENERGETICA

## PLANTA

SOTANO

[illegible]

**UNIVERSIDAD CARLOS III. CAMPUS DE GETAFE**  
**EDIFICIO 17. AULARIO PARA PERIODISMO Y COMUNICACIÓN**

**MEDICION ILUMINANCIA Y EFICIENCIA ENERGETICA**

**PLANTA**

**PLANTA BAJA**

DATOS DE LOCAL				ILUMINANCIA						EFICIENCIA ENERGETICA VEEI		COMENTARIOS
ACTIVIDAD	SUPERF m2	ALTURA m	POT.INST. W	Norma Em (lux)	MEDIDA DEL Em					VEEI Medida	VEEI Límite	
					Nº medidas	Altura de medidas	Max. Em	Min. Em	Media Em			
AULA 17.0.05	87	2,75	612	300	4	Trabajo	274	216	244,25	2,88	4	Está incluida la iluminación de la pizarra 5T x 36 W
ADMINISTRACIÓN DESPACHO 17.0.03	131	2,75	720	300	3	Trabajo	271	204	237,5	2,31	3,5	Una de las medidas se tomó a la altura del mostrador 1,40 metros con 404 luxes.
AULA 17.0.02	87	2,75	612	300	4	Trabajo	270	186	249	2,82	4	
SALA TECNICA 17.0.13	88	2,75	684	300	4	Trabajo	414	308	383	2,03	4	
HALL CENTRAL	40	6	572	200	5	Suelo	70	25	49,6	29	4,5	
PASILLO N-S/ OESTE	79	2,75	504	100	3	Suelo	115	175	140	4,5	4,5	
PASILLO E-0/ SUR	120	2,75	504	100	3	Suelo	145	127	134,6	3,13	4,5	
PASILLO E-0/ NORTE	67	2,75	360	100	3	Suelo	134	122	128	4,2	4,5	
ESCALERA SUR	15,25	Variable	216	150	2	Suelo	56	30	48	30	4,5	

**UNIVERSIDAD CARLOS III. CAMPUS DE GETAFE**  
**EDIFICIO 17. AULARIO PARA PERIODISMO Y COMUNICACIÓN**

## MEDICION ILUMINANCIA Y EFICIENCIA ENERGETICA

## PLANTA

## PLANTA PRIMERA

[illegible]

**UNIVERSIDAD CARLOS III. CAMPUS DE GETAFE**  
**EDIFICIO 17. AULARIO PARA PERIODISMO Y COMUNICACIÓN**

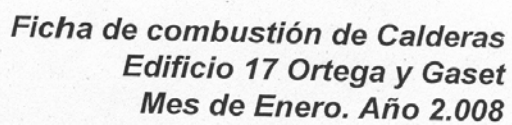
**MEDICION ILUMINANCIA Y EFICIENCIA ENERGETICA**

**PLANTA**

**PLANTA SEGUNDA**

DATOS DE LOCAL				ILUMINANCIA						EFICIENCIA ENERGETICA VEEI		COMENTARIOS
ACTIVIDAD	SUPERF m2	ALTURA m	POT.INST. W	Norma Em (lux)	MEDIDA DEL Em					VEEI Medida	VEEI Limite	
					Nº medidas	Altura de medidas	Max. Em	Min. Em	Media Em			
DESPACHO 17.2.27	16	2,7	144	300	2	Trabajo	370	267	318	2,83	4	
DESPACHO 17.2.12	16	2,7	144	300	2	Trabajo	330	239	284	3,17	4,5	
DESPACHO 17.2.05	25	2,7	144	300	2	Trabajo	380	245	312	1,85	4	3 Luminarias fundidas
DESPACHO 17.2.30	16	2,7	144	300	2	Trabajo	309	300	304	2,97	4	
DESPACHO 17.2.20	16	2,7	144	300	2	Trabajo	300	297	299	3,02	4	
DESPACHO 17.2.49	34,5	2,7	432	300	2	Trabajo	274	267	270	4,63	4	2 Luminarias fundidas
SALA REUNIONES 17.2.75	116,5	2,7	1080	500	6	Trabajo	840	637	742	1,25	4	
PASILLO N-S/ ESTE	100	2,5	576	100	3	Suelo	274	235	256	2,25	4	
PASILLO E-0/ SUR	85.5	2,7	432	100	3	Suelo	235	180	205	2,5	4,5	
PASILLO E-0/ NORTE	85,5	2,7	576	100	3	Suelo	252	200	223	3,03	4,5	
PASILLO N-S/ OESTE	74,5	2,4	432	100	3	Suelo	277	242	257	2,26	4,5	

**ANEXO IV: MEDICIONES RENDIMIENTOS DE CALDERAS  
DEL EDIFICIO 17 DE LA UNIVERSIDAD CARLOS III**



Operario: Javier Macías

Temp. Exterior:	8
Temp. Impulsión agua:	75°C
Temp. Retorno agua:	70°C
Presión Gas Natural:	

### OBSERVACIONES

--



**Ficha de combustión de Calderas**  
**Edificio 17 Ortega y Gaset**  
**Mes de Febrero. Año 2008**

**Fecha: 29-02-08**

**Operario: Javier Macías**

**Datos Generales:**

Temp. Exterior: 14  
 Temp. Impulsión agua: 75°C  
 Temp. Retorno agua: 70°C  
 Presión Gas Natural:

LOCALIZACIÓN			
	Caldera N° 1	Caldera N° 2	Limites
Temperatura de humos	77,2	81,9	140
Temperatura ambiente	13,8	14,7	
Incremento de temperatura			
% CO <sub>2</sub>	7,1	7,5	<8
% qA			
Contenido de CO (ppm)	121	79	
Exceso de aire	1,67	1,59	<1,6
CO-No Diluido (ppm)	9	16	
% contenido O <sub>2</sub>	8,4	7,8	
Contenido NO (ppm)	9	15	
Tiro en mbar			
% CO <sub>2</sub> Máximo	7,2	6,2	
Rendimiento	95,9	95,9	
Número de horas			
Funcionamiento etapas	B	B	
Color de la llama			
Funcionamiento termostato	B	B	
Regulación termostato	B	B	

**OBSERVACIONES**

**ANEXO V: TERMOGRAFÍAS DEL CUADRO GENERAL DE BAJA  
TENSIÓN DEL EDIFICIO 17 DE LA UNIVERSIDAD CARLOS III DE  
MADRID**

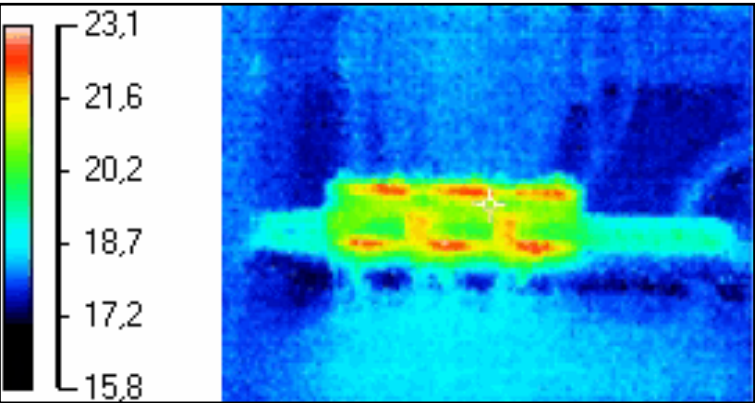


IDENTIFICACIÓN		
Fotografía	N.º	Nombre de la ubicación
	1	Cuadro general de Baja
		Equipo
		Diferenciales del CGBT

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Se observa a través de la termografía una mayor temperatura en los diferenciales del cuadro general de baja. Los diferenciales corresponden a : CTO-CE-PBN4 Plató Grande; CTO-CE-PPN Planta Primera Norte; CTO-CE-PPN Planta Primera Norte

TERMOGRAMA



MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA

Fecha de la imagen	22/12/2008 18:37:50
Temp. objetivo	20,3 °C
Emisividad	0,97
Temp. reflejada	34,0 °C

ACCIÓN DE MANTENIMIENTO

Descripción	Reparado por
No es necesaria ninguna acción puesto que la temperatura máxima observada es de 23,1 °C.	

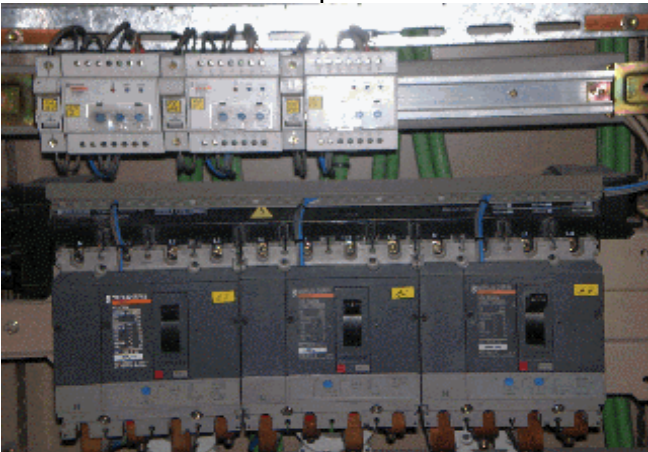
PRIORIDAD DE REPARACIÓN

Valor nominal	
Valor nominal de	

REINSPECCIÓN

Reinspeccionado por	
Fecha	

Comentarios



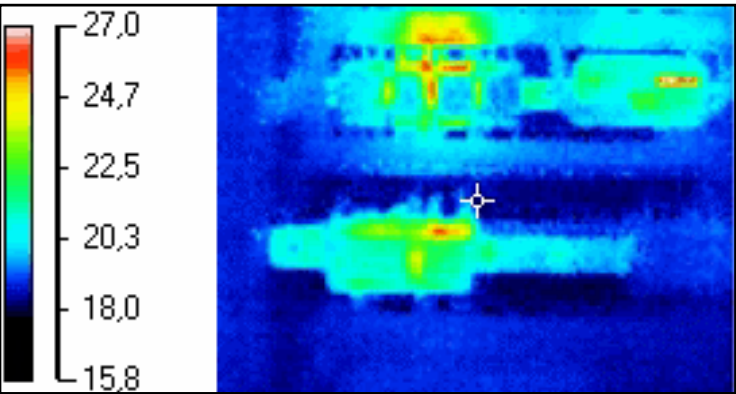
IDENTIFICACIÓN

Fotografía N.º	Nombre de la ubicación	Equipo
2	Cuadro General de Baja	Diferenciales del Cuadro General de Baja

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Termografía tomada del cuadro General de Baja, se observa una temperatura más elevada en el diferencial que corresponde al circuito de alumbrado exterior. Se encuentra dentro de los límites normales.

TERMOGRAMA



MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA

Fecha de la imagen	22/12/2008 18:45:50
Temp. objetivo	16,3 °C
Emisividad	0,97
Temp. reflejada	34,0 °C

ACCIÓN DE MANTENIMIENTO

Descripción	Reparado por

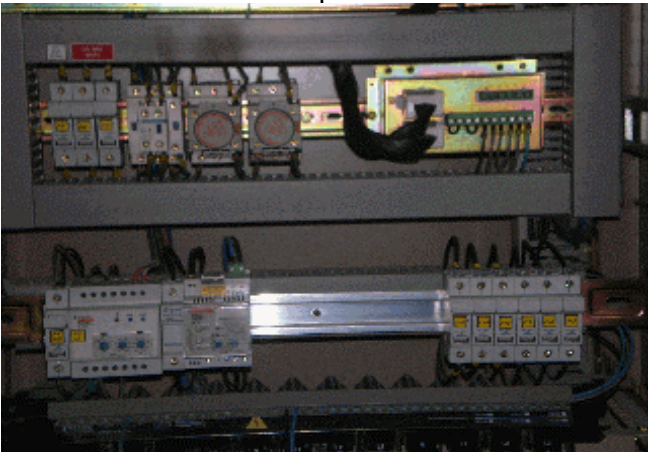
PRIORIDAD DE REPARACIÓN

Valor nominal	
Valor nominal de	

REINSPECCIÓN

Reinspeccionado por	
Fecha	

Comentarios



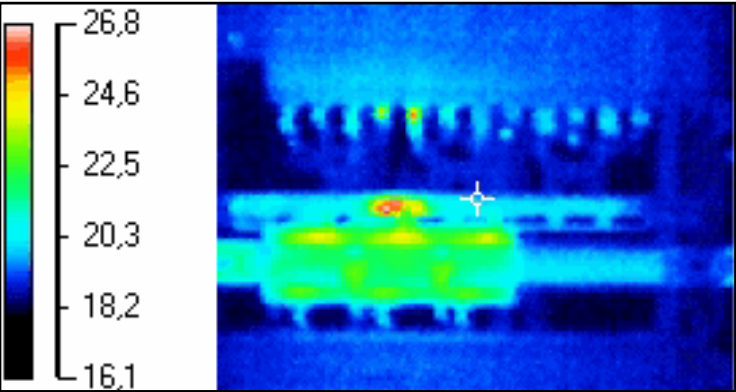
IDENTIFICACIÓN

Fotografía N.º	Nombre de la ubicación	Equipo
3	Cuadro General de Baja	

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Termografía tomada del Cuadro General de Baja. Se observa que los diferenciales que corresponden con los circuitos,CTO.CE-PSN.- Planta Segunda Norte; CTO. CE-PSS.- Planta Segunda Sur; CTO. CE-IS.-Sotano presentan una temperatura adecuada.

TERMOGRAMA



MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA

Fecha de la imagen	22/12/2008 18:57:50
Temp. objetivo	18,7 °C
Emisividad	0,97
Temp. reflejada	34,0 °C

ACCIÓN DE MANTENIMIENTO

Descripción	Reparado por

PRIORIDAD DE REPARACIÓN

Valor nominal	
Valor nominal de	

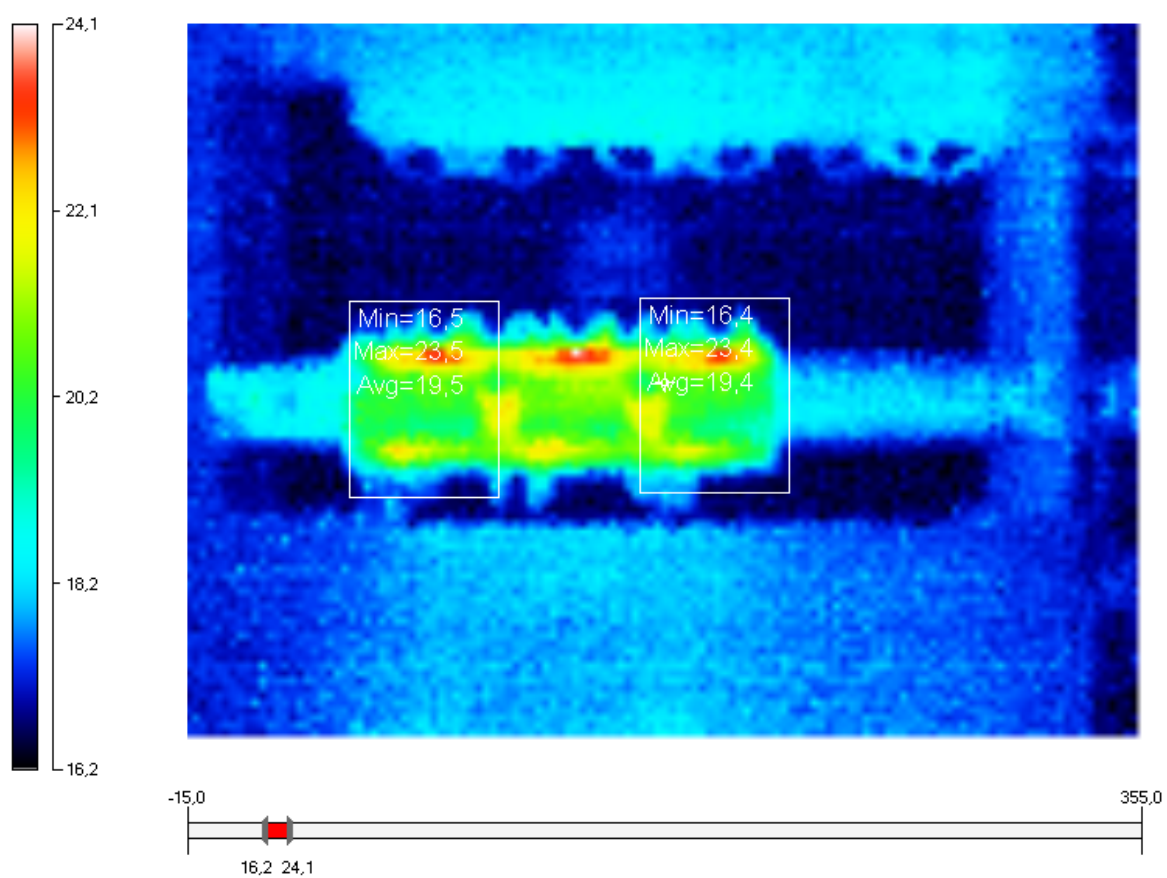
REINSPECCIÓN

Reinspeccionado por	
Fecha	

Comentarios

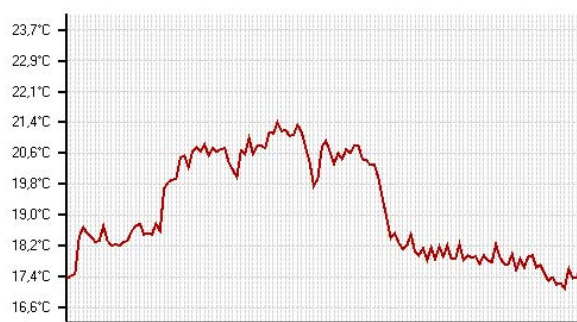
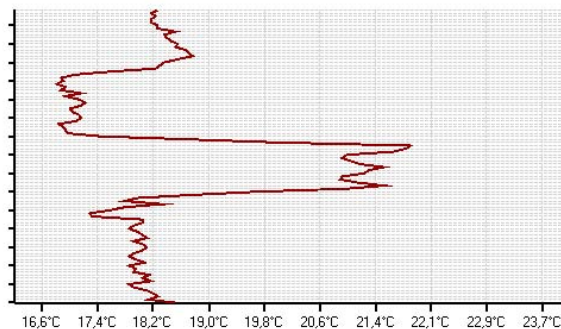
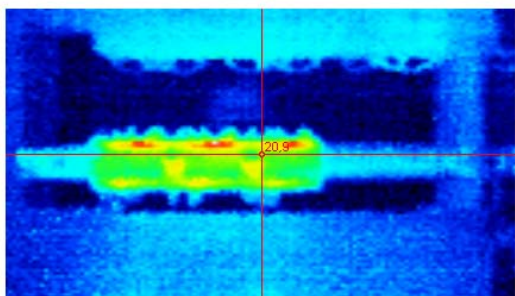


## VISION TERMOGRAFÍA DIFERENCIALES



**Valor mínimo: 16,5 ° C**  
**Valor Máximo : 23, 5 ° C**  
**Media: 19, 5 ° C**

## PERFIL DE TEMPERATURAS



**Perfil de temperaturas distribuidas en los dos ejes de coordenadas.**

**ANEXO VI: TERMOGRAFÍAS DE FACHADAS DEL EDIFICIO  
17 DE LA UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID**



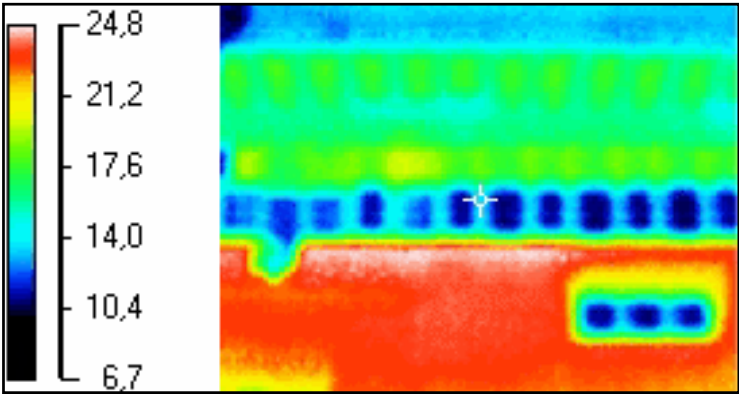
IDENTIFICACIÓN

Fotografía N.º	Nombre de la ubicación	Equipo
1	Fachada Sur. Edificio 17	

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Termografía tomada de la Fachada Sur del Edificio. Se observa que no existen fugas de calor por las ventanas del edificio.

TERMOGRAMA



MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA

Fecha de la imagen	22/12/2008 18:38:50
Temp. objetivo	11,5 °C
Emisividad	0,97
Temp. reflejada	34,0 °C

ACCIÓN DE MANTENIMIENTO

Descripción	Reparado por

PRIORIDAD DE REPARACIÓN

Valor nominal	
Valor nominal de	

REINSPECCIÓN

Reinspeccionado por	
Fecha	

Comentarios



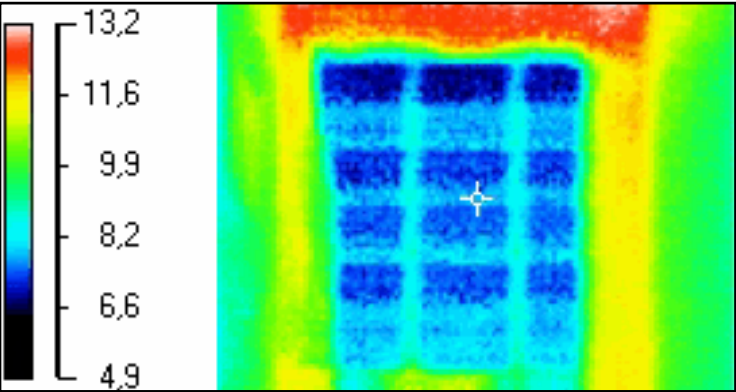
IDENTIFICACIÓN

Fotografía N.º	Nombre de la ubicación	Equipo
2	Fachada Este. Edificio 17	

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Termografía tomada de la Fachada Este del Edificio. Se observa que no existen fugas de calor por los ventanales de la entrada Este del Edificio.

TERMOGRAMA



MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA

Fecha de la imagen	22/12/2008 18:40:50
Temp. objetivo	6,6 °C
Emisividad	0,97
Temp. reflejada	34,0 °C

ACCIÓN DE MANTENIMIENTO

Descripción	Reparado por

PRIORIDAD DE REPARACIÓN

Valor nominal	
Valor nominal de	

REINSPECCIÓN

Reinspeccionado por	
Fecha	

Insertar imagen

Comentarios



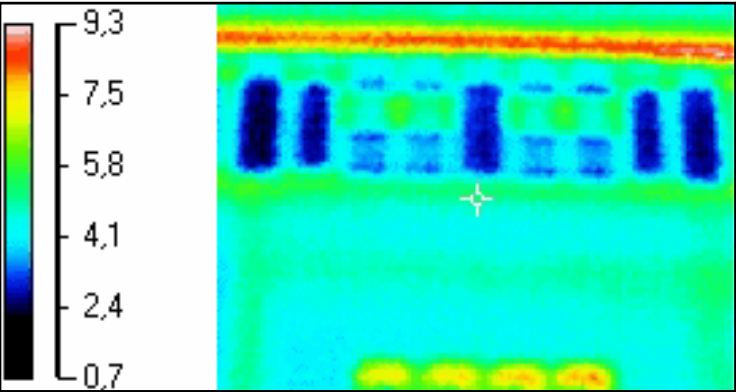
IDENTIFICACIÓN

Fotografía N.º	Nombre de la ubicación	Equipo
3	Fachada Norte Edificio 17	

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Termografía tomada de la Fachada Norte del Edificio 17. Se observa que no existen fugas de calor por las ventanas del edificio

TERMOGRAMA



MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA

Fecha de la imagen	22/12/2008 18:47:50
Temp. objetivo	4,3 °C
Emisividad	0,97
Temp. reflejada	34,0 °C

ACCIÓN DE MANTENIMIENTO

Descripción	Reparado por

PRIORIDAD DE REPARACIÓN

Valor nominal	
Valor nominal de	

REINSPECCIÓN

Reinspeccionado por	
Fecha	

Insertar imagen

Comentarios

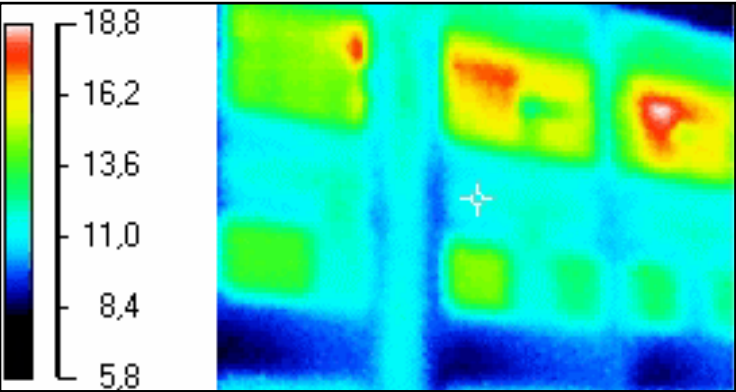
IDENTIFICACIÓN

Fotografía N.º	Nombre de la ubicación	Equipo
4	Fachada Oeste de Edificio 17	

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Termografía tomada de la Fachada Oeste del Edificio 17. Las líneas verticales indican los machones existentes en esta fachada. Los cristales tienen mayor temperatura.

TERMOGRAMA



MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA

Fecha de la imagen	22/12/2008 18:57:50
Temp. objetivo	10,1 °C
Emisividad	0,97
Temp. reflejada	34,0 °C

ACCIÓN DE MANTENIMIENTO

Descripción	Reparado por

PRIORIDAD DE REPARACIÓN

Valor nominal	
Valor nominal de	

REINSPECCIÓN

Reinspeccionado por	
Fecha	

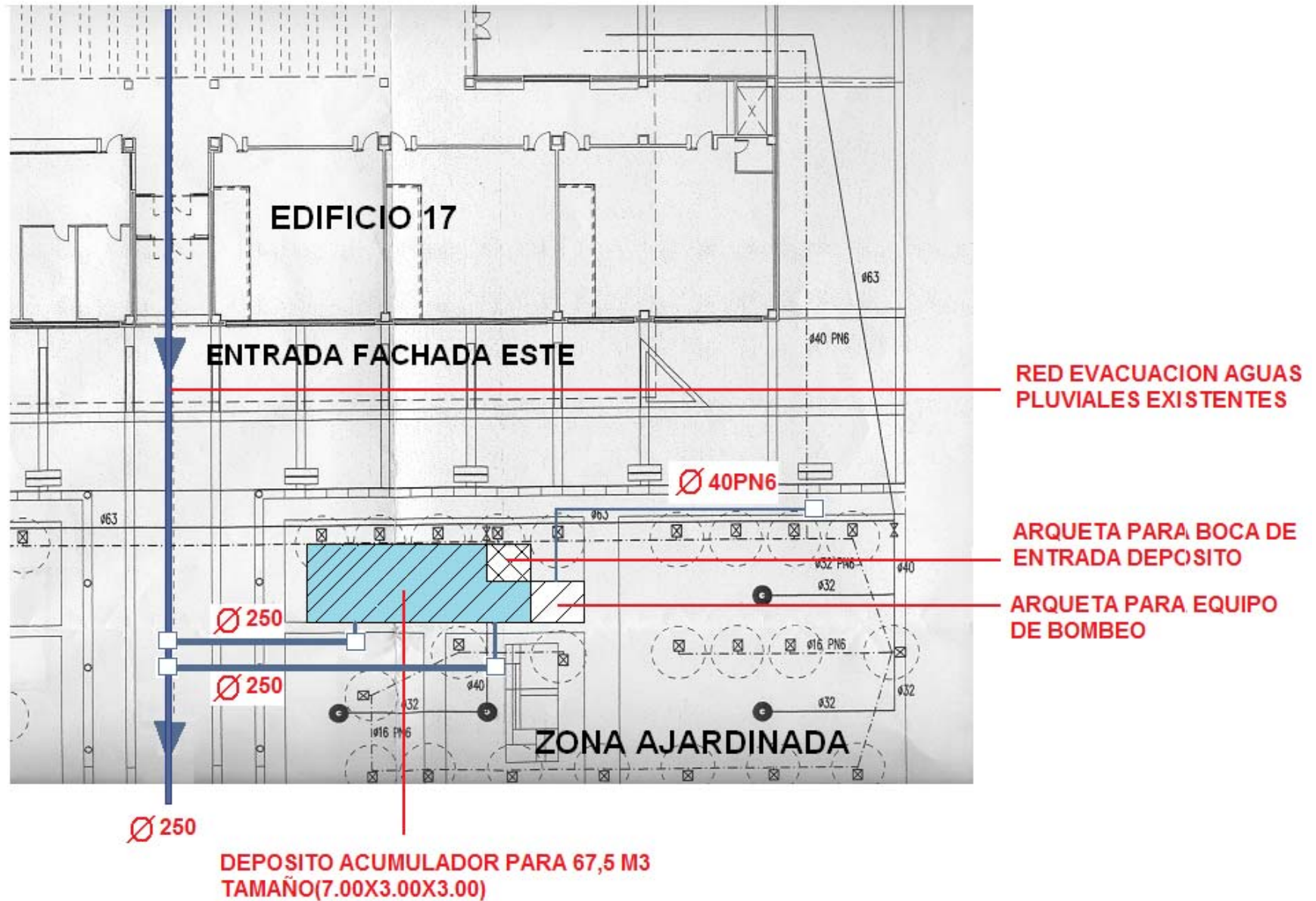
Insertar imagen

Comentarios

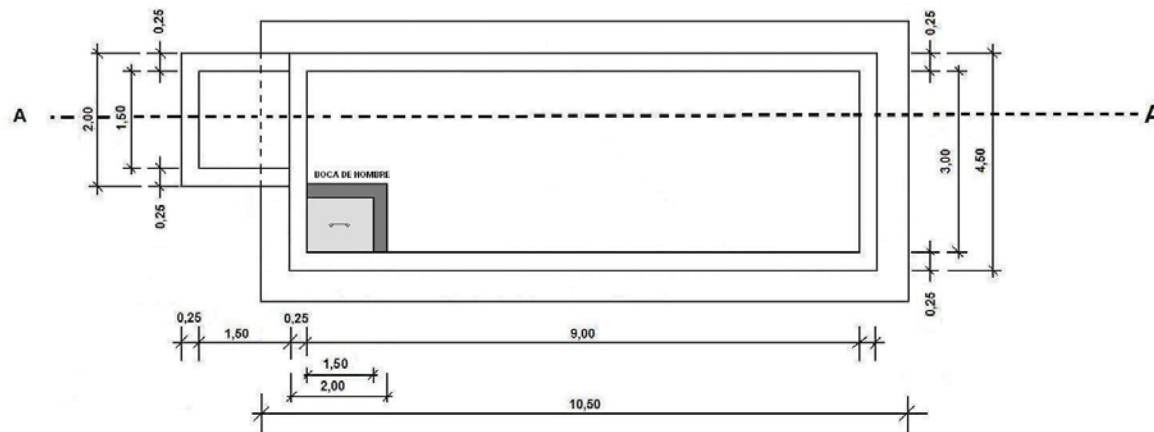
**ANEXO VII: DEPOSITO DE RECOGIDA DE AGUAS  
PLUVIALES**

### UBICACIÓN DEPOSITO RECOGIDA DE AGUAS PLUVIALES

**ESCALA 1:200**

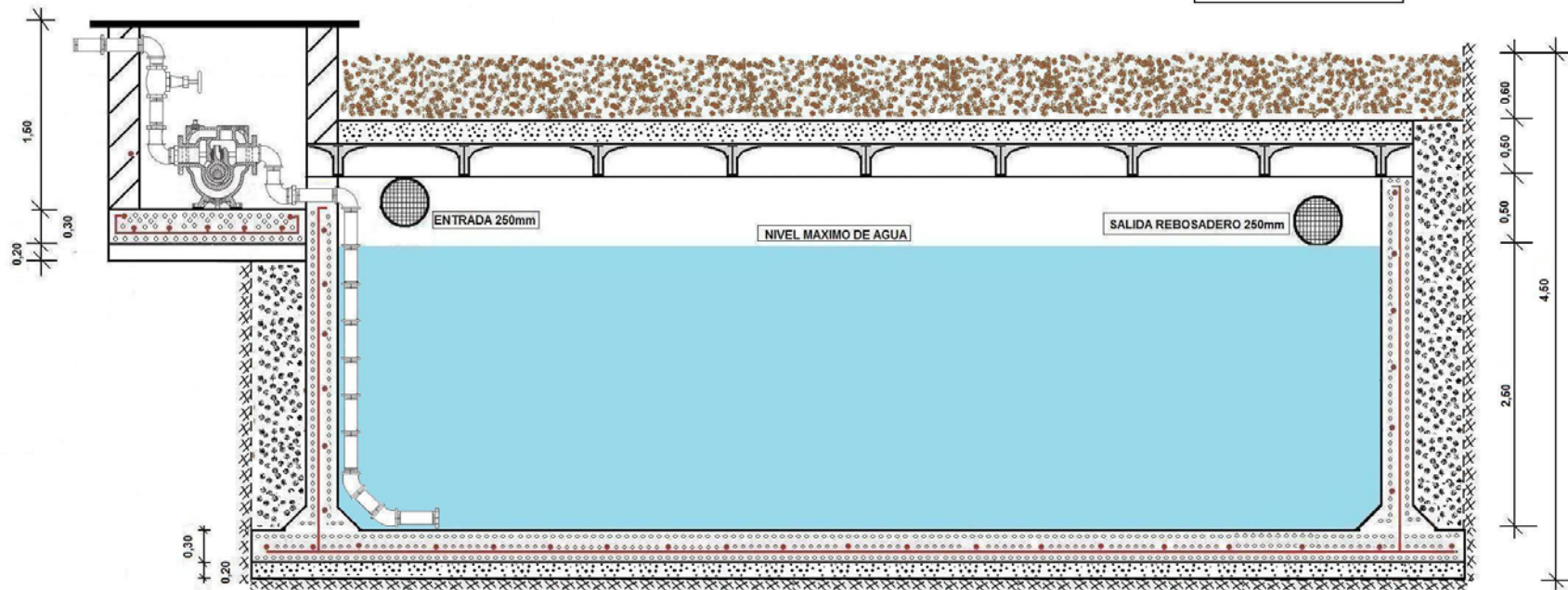


# DEPOSITO ACUMULADOR



PLANTA  
Escala 1: 100  
Cotas en metros

SECCION A A'  
Escala 1: 50  
Cotas en metros



**ANEXO VIII: ZONA DE INFLUENCIA DE LOS SENSORES  
LUMINOSOS EN EL EDIFICIO XVII DE LA UNIVERSIDAD  
CARLOS III**

**PLANOS ELIMINADOS**

**ANEXO IX: PLANTA CUBIERTA CON UBICACIÓN PANELES  
SOLARES**



**PLANO ELIMINADO**

**ANEXO X: DATOS SOBRE INSTALACIÓN DE LÁMINAS DE CONTROL  
SOLAR EN VENTANALES.**

## **INDICE**

- 1. HOJAS DE CARACTERÍSTICAS DE LAS LÁMINAS DE CONTROL SOLAR EXTERIORES**
- 2. CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS DE REFRIGERACIÓN EN LOS DESPACHOS DONDE SE INSTALARÁN LÁMINAS DE CONTROL SOLAR**
- 3. ZONA DE INFLUENCIA Y LUGAR DE COLOCACIÓN DE LAS LÁMINAS DE CONTROL SOLAR (ELIMINADO)**

## **1.- HOJAS DE CARACTERÍSTICAS DE LAS LÁMINAS DE CONTROL SOLAR EXTERIORES**

# 3 Scotchint™ RE 15 SIARXL

## Lámina de control solar

### Descripción

La lámina Scotchint RE 15 SIARXL está concebida para ser aplicada sobre la cara externa de los vidrios. Reduce el aporte de calor radiante y el deslumbramiento que provienen del sol. Además, la lámina Scotchint elimina la mayor parte de los rayos ultravioletas, una de las causas principales de la decoloración y envejecimiento de muebles y tapicerías. La lámina Scotchint, a diferencia de los materiales convencionales que reducen el deslumbramiento, forma un escudo reflector que devuelve los rayos solares hacia el exterior del vidrio en vez de absorberlos.

De esta forma, es un producto eficaz para disminuir el calor, el deslumbramiento y la decoloración a la vez que mantiene la transparencia y las propiedades visuales del vidrio.

La lámina aplicada sobre un vidrio de 6 mm, además de estas características energéticas disminuye la proyección de las esquirlas producidas durante la rotura del vidrio.

### Características

(sobre vidrio claro de 6 mm)

Reducción del calor:	79%
Reducción de la pérdida de calor:	0%
Reducción del deslumbramiento:	82%
Reducción de UV:	99%

### Datos técnicos

Tipo de vidrio	Producto aplicado	Factor solar	% Luz visible		Emisividad	Coeficiente K (W/m <sup>2</sup> .°C)
			Reflejada	Transmitida		
Vidrio sencillo claro	sin lámina	0.82	8	88	0.84	6.02
	con RE 15 SIARXL	0.17	63	16	0.84	6.02
tintado	sin lámina	0.60	5	50	0.84	6.02
	con RE 15 SIARXL	0.14	62	8	0.84	6.02
Vidrio doble claro	sin lámina	0.70	14	78	0.84	2.84
	con RE 15 SIARXL	0.13	63	15	0.84	2.84
tintado	sin lámina	0.48	8	45	0.84	2.84
	con RE 15 SIARXL	0.09	62	7	0.84	2.84

### Propiedades físicas

Espesor:	0.037 mm
Color :	Plata
Soporte:	Poliéster
Adhesivo:	Sensible a la presión
Liner de protección	

### Mantenimiento

Las láminas Scotchint pueden ser lavadas con una solución de limpieza 30 días después de su aplicación. No se deben utilizar productos de limpieza de tipo abrasivo ni cepillos duros que puedan rayar la lámina. Se recomienda utilizar, con las soluciones de limpieza, esponjas sintéticas, rasquetas de goma y paños suaves.

3M España  
Consumer Safety & Light Management

Juan Ignacio Luca de Tena, 19-25  
28027 Madrid  
Tel. 91-321 60 00

## 2.- CALCULO DE CARGAS TÉRMICAS DE REFRIGERACIÓN

Ubicación	Ganancia solar actual (W)	Carga de refrigeración actual (W)	Ganancia solar corregida (W)	Cargar de refrigeración corregida (W)	Ahorro de potencia (%)
Secretaría F-17	554	3792	110,8	3348,8	11,69
Despacho F-18	371	2612	74,2	2315,2	11,36
Despacho F-19	371	2632	74,2	2335,2	11,28
Despacho F-20	371	2612	74,2	2315,2	11,36
Despacho F-21	280	1825	56	1601	12,27
Despacho F-22	280	1770	56	1546	12,66
Despacho-F23	371	2632	74,2	2335,2	11,28
Despacho -24	371	2612	74,2	2315,2	11,36
Despacho F-25	371	2612	74,2	2315,2	11,36
Secretaria F_26	554	3792	110,8	3348,8	11,69
Despacho F_31	160	3056	32	2928	4,19
Despacho F-32	160	2493	32	2365	5,13
Despacho F-33	160	2448	32	2320	5,23
Despacho F-34	160	1692	32	1564	7,57
Despacho F-35	160	1692	32	1564	7,57
Despacho F-36	160	2455	32	2327	5,21
Despacho F-37	160	2493	32	2365	5,13
Despacho F-38	180	3082	36	2938	4,67
Sala Reuniones F-39	711	4022	142,2	3453,2	14,14
Despacho F-40	250	2527	50	2327	7,91
Despacho F-41	85	2370	17	2302	2,87
Despacho F-42	250	2575	50	2375	7,77
Despacho F-43	250	2571	50	2371	7,78
Despacho F-44	250	2571	50	2371	7,78
Despacho F-45	457	3662	91,4	3296,4	9,98
Despacho F-46	250	2571	50	2371	7,78
Sala auxiliar F-48	250	3762	50	3562	5,32
Despacho F-49	250	2527	50	2327	7,91
Despacho F-50	85	2371	17	2303	2,87
Sala reuniones F-51	864	4184	172,8	3492,8	16,52
Despacho F-52	721	4316	144,2	3739,2	13,36
Despacho F-53	239	2542	47,8	2350,8	7,52
Despacho- F-54	356	4128	71,2	3843,2	6,90
Despacho F-55	239	2491	47,8	2299,8	7,68
Despacho F-56	239	2553	47,8	2361,8	7,49
Despacho F-57	239	2553	47,8	2361,8	7,49

Ubicación	Ganancia solar actual (W)	Carga de refrigeración actual (W)	Ganancia solar corregida (W)	Cargar de refrigeración corregida (W)	Ahorro de potencia (%)
Despacho F-58	239	2506	47,8	2314,8	7,63
Despacho F-59	356	3186	71,2	2901,2	8,94
Despacho F-60	239	2687	47,8	2495,8	7,12
Despacho F-61	239	2547	47,8	2355,8	7,51
Despacho F-62	239	2544	47,8	2352,8	7,52
Despacho F-63	239	2549	47,8	2357,8	7,50
Despacho F-64	239	2532	47,8	2340,8	7,55
Despacho F-65	239	2549	47,8	2357,8	7,50
Despacho F-66	568	4330	113,6	3875,6	10,49
Sala reuniones F-27-28-29	1417	8408	283,4	7274,4	13,48
Sala reuniones F-30	129	4809	25,8	4705,8	2,15
Despacho F-47	250	2571	50	2371	7,78
<b>TOTAL</b>		<b>141.816,00</b>		<b>129.358,40</b>	<b>8,78</b>

## **ANEXO XI: PRESUPUESTOS**



## **INDICE PRESUPUESTOS**

- 1. INSTALACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE DEPÓSITO DE RECOGIDA DE AGUAS PLUVIALES**
- 2. INSTALACIÓN SONDAS DE HUMEDAD**
- 3. INSTALACIÓN DETECTOR DE LLUVIA**
- 4. INSTALACIÓN DETECTORES DE PRESENCIA EN GARAJE**
- 5. INSTALACIÓN SENSORES DE LUMINOSIDAD**
- 6. INSTALACIÓN CALDERAS DE CONDENSACIÓN**
- 7. INSTALACIÓN SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA CALEFACCIÓN**
- 8. INSTALACIÓN SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA CALEFACCIÓN DE FAN-COILS.**

## 1. Presupuesto Instalación y construcción depósito recogida aguas pluviales

Uds.	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>A1 Obra civil</b>				
M3	Excavación a cielo abierto en pozos y zanjas con carga y transporte al vertedero y con parte proporcional de medios auxiliares incluido en el precio el esponjamiento	192,00	33,76 €	6.481,92 €
M3	Relleno extendido y compactado de arena en el trasdos de muro realizado con medios mecánicos con parte proporcional de medios auxiliares.	30,00	40,00 €	1.200,00 €
M3	Excavación en zanjas, arquetas y pozos realizado por procedimientos mecánicos con posterior cama de asiento de los tubos, posterior relleno y compactado	60,00	18,72 €	1.123,20 €
M2	Solera de hormigón de 10 cm de espesor realizada con hormigón HA-25N/mm2 t. max 20 mm.incluso vertido y colocación.	99,75	36,00 €	3.591,00 €
M3	Hormigón para armar HA-25/P/20/l en solera incluso vertido, compactado y curado	29,92	228,38 €	6.833,13 €
M2	Malla electrosoldada con acero coarrugado B500TD=8mm incluido parte proporcional de alambre de atar colocado en obra según EHE	99,75	6,46 €	644,39 €
M3	Hormigón armado HA-25N/mm2 t.max 20 mm incluido armadura (60Kg/m3), encofrado y desencofrado con tablero aglomerado a dos caras vertido por medios manuales vibrado y colocado.	32,25	456,62 €	14.726,00 €
M2	Forjado reticular formado por nervios de hormigón armado de 14mm cada 80cm, canto 29+7 cm, con bloque de poliestireno expandido. Capa de complexión de Hormigón HA-25/P/20/L incluso parte proporcional de armadura, refuerzo de huecos, encofrado y desencofrado terminado, carga total Q=1250Kg/m2	33,25	95,24 €	3.166,73 €
M2	Impermeabilización de cubierta a base de sistema multicapa adherido formado por imprimación asfáltica en frío 1,5 m2, lámina asfáltica tipo LD-40-FV con armadura de fibra de vidrio y lámina terminación tipo LBM-40-FV, así como protección final mediante filtro geotextil de 150g/m2 previo a la colocación del hormigón celular	33,25	38,40 €	1.276,80 €

M2	Impermeabilización de apartamentos horizontales y verticales en paredes depósito con revestimiento cementoso elástico e impermeable a base de cementos modificados con polímeros incluyendo la parte proporcional previa formación de escocías y esquinas con mortero M-80 y puente previo epoxídico de adherencia entre el hormigón y ese tratamiento	99,00	32,32 €	3.199,68 €
Ud.	Arqueta de 63 x 63 mm, cerco de perfil laminado L50x5 mm con muro aparejado de 1 pie de espesor de ladrillo macizo R-100Kg/cm2 con juntas de mortero M-40 de espesor de 1 cm, armadura formada por redondos de diametro 8 mm de acero retícula cada 10 cm, losa sustentada en cuatro bordes de hormigón de resistencia característica 175Kg/cm2, enfoscado con mortero 1:3 y bruñido.	6,00	143,20 €	859,20 €
Ud.	Arqueta para equipo de presión de 2 x1 x 1,50 m cerco de perfil laminado L50x5 mm con muro aparejado de 1 pie de espesor de ladrillo macizo R-100Kg/cm2 con juntas de mortero M-40 de espesor de 1 cm, armadura formada por redondos de diametro 8 mm de acero retícula cada 10 cm, losa sustentada en cuatro bordes de hormigón de resistencia característica 175Kg/cm2, enfoscado con mortero 1:3 y bruñido.	1,00	300,00 €	300,00 €
Ud.	Arqueta para boca de hombre de 1 x 1 x 1,50 m medidas interiores arco de perfil laminado L50x5 mm con muro aparejado de 1 pie de espesor de ladrillo macizo R-100Kg/cm2 con juntas de mortero M-40 de espesor de 1 cm, armadura formada por redondos de diametro 8 mm de acero retícula cada 10 cm, losa sustentada en cuatro bordes de hormigón de resistencia característica 175Kg/cm2, enfoscado con mortero 1:3 y bruñido.	1,00	260,00 €	260,00 €
Ud.	Tapa ciega para arqueta equipo de presión de 2,15 x 1,15 m con bastidor y chapa de aluminio anodizado incluido cerco, precerco y colocación	1,00	1.200,00 €	1.200,00 €
Ud.	Tapa ciega para arqueta boca de hombre de 1,30 x 1,30 m con bastidor y chapa de aluminio anodizado incluido cerco, precerco y colocación	1,00	600,00 €	600,00 €
ml	Tubería propileno baja densidad PE-32 para instalación enterrada de red de riego para una presión de trabajo de 10Kg/cm2 de 40 mm de diametro colocado en zanja y p.p.m de elementos de unión incluyendo apertura y tapado de zanjas colocada	20,00	4,38 €	87,60 €

ml	Tubería de PVC para desagüe de aguas pluviales incluido p.p.m de accesorios, reducciones, manguitos de 250 mm de diámetro marca TERRAIN, incluido p.p.m de excavación en zanja, movimiento de tierras y cierre de excavación	25,00	93,86 €	2.346,50 €
PA.	Arreglo de zona ajardinada	1,00	2.000,00 €	2.000,00 €

#### **Total Capítulo A1. Obra Civil**

**49.896,14 €**

### **A2 Instalaciones**

ml	Canalización de tubo de propoleno de diámetro de 160 mm, incluido p.p.m de excavación en zanja, movimiento de tierras y cierre de excavación	200,00	13,28 €	2.656,00 €
Ud.	Arqueta eléctrica de 51 x 51 mm, cerco de perfil laminado L50 x 5 mm con muro aparejado de 12 cm de espesor de ladrillo macizo, losa sustentada en 4 bordes de hormigon, enfoscado con mortero 1: 3 y bruñido	4,00	117,92 €	471,68 €
ml	Cable de 0,6/KV de cobre unipolar con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta poliolefínica según norma Une 21123, por p.p. de bridas, terminales e identificadores de circuitos	800,00	2,48 €	1.984,00 €
Ud.	Suministo y montaje de armario Merlin Guerin modelo P con puertas planas estancas conteniendo básicamente los elementos siguientes debidamente montados y señalizados Ud. Interruptor automático IVP 16A Ud. Interruptor diferencial IVP 25A 30mA Ud. Interruptor automático II P 16 A PA. Pequeño material, como cables, bornas, terminales Totalmente instalado ,probado y funcionando	1,00	900,00 €	900,00 €
Ud.	Sistema de distribución de caudal, que incluye Valvula de tres vias y actuador Boya de nivel Instalación electrica y montaje	1,00	3.225,97 €	3.225,97 €

Ud.	Suministro y montaje de grupo de presión, marca EBARA, con las siguientes características: Caudal unitario (m3/h) 7, 42 Altura manometrica total ( m.c.a.) 60,6 Nº de bombas: 1 Tipo de grupo : AP8-8-2-DMAP Nº de depositos : 1 Capacidad en litros: 300 Bancada metálica 1 valvula de bola de 1 y 1/2 1 válvua de retencion de 1 y 1/2 1 manómetro 1 presostato regulable 1 valvula de bola aislamiento deposito de diametro 1 1/2 1 Latiguillo flexible para conexión de depósito 1 Cuadro eléctrico de fuerza y mando 380 V tres fases y neutro compuesto de 1 guardamotor , 1 juego de contactores, piloto, selector, un automatimo de alternancia Totalmente instalado, probado y funcionando	1,00	1.500,00 €	1.500,00 €
Ud.	Accesorios Filtro de linea Deflector de entrada , antiturbulencias Sifón anti-roedores Aspiración flotante	1,00	781,95 €	781,95 €

**Total capítulo A2. Instalaciones**

**11.519,60 €**

**Total presupuesto**

**61.415,74 €**

**IVA 16%**

**9.826,52 €**

**Total presupuesto**

**71.242,26 €**

## 2.- Presupuesto Instalación Sondas de Humedad

Uds.	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>A1 Material</b>				
Ud.	Sondas de humedad edáfica, marca Watermark, Rango 10-200 centibares, totalmente instalada	3,00	35,90 €	107,70 €
Ud.	Transductor de sondas de humedad, a 4- 20 mA, totalmente instalada	3,00	152,90 €	458,70 €
Ud.	Controlador honeywell, suministro e instalación de un regulador libremente programable, marca Honeywell y modelo XL50-MMI-FP, totalmente probado y funcionando	1,00	685,47 €	685,47 €
<b>Total capítulo A1. Material</b>				<b>1.251,87 €</b>
<b>A1 Instalación eléctrica</b>				
m	Tubo de acero M-20, totalmente instalado	20,00	6,70 €	134,00 €
m	Tubo rígido M-25 libre de halogenuros, totalmente instalado	25,00	6,60 €	165,00 €
m	Tubo rígido M-20 libre de halogenuros, totalmente instalado	210,00	5,90 €	1.239,00 €
m	Cable tipo KT-02, libre de halogenuros, totalmente instalado	25,00	1,20 €	30,00 €
m	Manguera apantallada de 2x 1, libre de halogenuros, totalmente instalado	180,00	1,90 €	342,00 €
Ud.	Cuadro de control , marca Himel o similar tipo CRN de 700 x 500 x 200 cm, totalmente instalado	1,00	485,00 €	485,00 €
m	Cable de 2,5 mm, totalmente instalado	25,00	0,70 €	17,50 €
<b>Total Capítulo A2. Instalación eléctrica</b>				<b>2.412,50 €</b>
<b>Total presupuesto</b>				<b>3.664,37 €</b>
<b>IVA 16%</b>				<b>586,30 €</b>
<b>Total presupuesto</b>				<b>4.250,67 €</b>

Nota: Para las salidas al exterior se utilizaran las canalizaciones existentes.

### 3.- Presupuesto Instalación de Detector de Lluvia

Uds.	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>A1 Material</b>				
Ud.	Detector de cierre automático por lluvia, modelo rain-check. Sondas sensores de acero inoxidable ajustables que brindan la flexibilidad de activar el cierre por lluvia con tan solo 1/8" (3,2 mm) de precipitación o cuando la lluvia alcanza o excede un índice de 1/2" (12,6 mm)	1	60,09 €	60,09 €
<b>Total capítulo A1. Material</b>				<b>60,09 €</b>
<b>A2 Instalación eléctrica</b>				
m	Tubo rígido M-20 libre de halogenuros, totalmente instalado	45	5,90 €	265,50 €
m	Manguera apantallada de 2x 1, libre de halogenuros, totalmente instalado	45	1,90 €	85,50 €
Horas	Oficial de primera electricista	16	28,00 €	448,00 €
<b>Total Capítulo A2. Instalación eléctrica</b>				<b>799,00 €</b>
<b>Total presupuesto</b>				<b>859,09 €</b>
<b>IVA 16%</b>				<b>137,45 €</b>
<b>Total presupuesto</b>				<b>996,54 €</b>

Nota: Para las salidas al exterior se utilizaran las canalizaciones existentes.

#### 4- Presupuesto Instalación de Detectores de Garaje

Uds.	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>A1</b>	<b>Material</b>			
Ud.	Detector de montaje en techo para interiores, marca Luxomat, tipo PD2 Master, totalmente instalado	5,00	113,10 €	565,50 €
Ud.	Detector de montaje en techo para interiores, marca Luxomat, tipo PD2 Esclavo, totalmente instalado	12,00	83,10 €	997,20 €
	<b>Total capítulo A1. Material</b>			<b>1.562,70 €</b>
<b>A1</b>	<b>Instalación eléctrica</b>			
m	Tubo rígido M-25 libre de halogenuros, totalmente instalado	250,00	6,60 €	1.650,00 €
m	Cable de 1 x 25 mm , libre de halogenuros, totalmente instalado	950,00	0,55 €	522,50 €
	<b>Total Capítulo A2. Instalación eléctrica</b>			<b>2.172,50 €</b>
	<b>Total presupuesto</b>			<b>3.735,20 €</b>
	<b>IVA 16%</b>			<b>597,63 €</b>
	<b>Total presupuesto</b>			<b>4.332,83 €</b>



## 5.- Presupuesto Instalación sensores de luminosidad

Uds.	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>A1 Material</b>				
Ud.	Fotocélula para incorporar en luminarias, para el control directo de reactancias electrónicas HF regulables. Reduce gradualmente el flujo de la luminaria cuando el nivel de iluminancia sobre el plano de trabajo bajo el luxsense está por encima del valor seleccionado. La unidad se conecta directamente a la entrada +/- de las reactancias, no necesitando de alimentación externa. Marca Philips Luxsense, modelo LRL 1220/08 TLD con clip de conexión	16,00	25,00 €	400,00 €
<b>Total capítulo A1. Material</b>				<b>400,00 €</b>
<b>A2 Instalación eléctrica</b>				
Hr.	Mano de obra, oficial primera electricista	42,00	28,00 €	1.176,00 €
<b>Total Capítulo A2. Instalación eléctrica</b>				<b>1.176,00 €</b>
<b>Total presupuesto</b>				<b>1.576,00 €</b>
<b>IVA 16%</b>				<b>252,16 €</b>
<b>Total presupuesto</b>				<b>1.828,16 €</b>

## 6.- Presupuesto Instalación Calderas de condensación

Uds.	Descripción	Medición	Precio	Importe
Ud	Sum. y col. de caldera de condensación a gas compacta VIESSMANN mod. VITOCROSSAL 300 (314-285 kW) con quemador de radiación Matrix. Con superficies de transmisión vertical Inox-Crossal, con dos conexiones de retorno. Rendimiento estacional de hasta el 109%, presión máx. 4 bar. Vitotronic 100 mod.GC1, para el funcionamiento a temperatura constante o para el servicio en función de la temperatura exterior en combinación con una regulación externa. Incorpora los siguientes elementos: * Soportes antivibratorios. * Equipo de neutralización de granulado mod. GN 70. * Granulado de neutralización (8 kg). * Limitador de nivel de agua. Se incluye conexionado eléctrico, hidráulico, accesorios para el conexionado eléctrico e hidráulico, transporte, servicio de grúa, puesta en marcha y p.p. de material auxiliar para su montaje	2,00	22.468,00 €	44.936,00 €
Ud.	Sum. y col. de chimenea modular metálica de acero inoxidable DINAK serie DP, según UNE-EN-1856, de Ø 350 mm., de doble pared de acero inoxidable AISI 304 y aislamiento intermedio de lana de roca, formada por: * 27 m.l. de módulos rectos. * 1 Pieza de unión a caldera. * 1 Te de 90º. * 1 Colector de hollín. * 1 Módulo de comprobación. * 1 Sombrerete. Se incluyen codos, uniones, anclajes intermedios y p.p. de material auxiliar de montaje.	1,00	3.480,40 €	3.480,40 €
<b>Total presupuesto</b>				<b>48.416,40 €</b>
<b>IVA 16%</b>				<b>7.746,62 €</b>
<b>Total presupuesto</b>				<b>56.163,02 €</b>

Nota:

Se aprovecharán las tuberías, colectores, valvulas de mariposa, bombeos existentes actualmente.

## 7.-Presupuesto Instalación Sistema Solar para ayuda a calefacción

Uds.	Descripción	Medición	Precio	Importe
Ud	COLECTORES SOLARES PLANOS, Suministro e instalación de colectores solares planos de la marca Wolf Iberica, modelo Topson F3 o similar, para las siguientes condiciones:- Temperatura de trabajo 55°C.-.- Orientación 0º.- Inclinación 50º.- Situación Getafe (Madrid)- Disipación exceso de energía en las condiciones de consumo previstas.- Datos de aportación solar en Madrid.Los paneles solares estarán homologados y ensayados por el INTA.Ubicación y colocación según planos y cumpliendo las exigencias del RITE y el Código Técnico.Esta partida incluirá ayudas de obra civil y estructuras de acero galvanizado construidas para una inclinación de 50º, para colocación de los paneles solares, con apoyo de estructuras.La garantía de los colectores solares debe ser igual o superior a los 5 años.Incluidos portes, ayudas de elevación, accesorios de montaje (adaptadores, tapones, racores de entrada y salida, uniones de captadores, juntas, abrazaderas, pletinas, etc.), soporte técnico y replanteo por parte del fabricante, para su correcto montaje y colocación, puesta en marcha. Incluidas ayudas de obra civil.Total cantidades alzadas.	192,00	753,00 €	144.576,00 €
Ud.	CONTROL Y REGULACIÓN DEL SISTEMA SOLAR, Sistema de regulación del sistema solar de la marca Wolf Iberica, modelo Digisolar MF o similar, compuesto de:- Central multisistema con display.- Sonda solar.- Selector automático/manual/off.- Opciones programables.- Capacidad para 14 entradas de sondas.- Sondas de inmersión con vainas.Incluida p.p. de instalación eléctrica, con actuación sobre las válvulas de tres vías cuando la temperatura de retorno llegue a la consigna, incluyendo sonda, conexiones y elementos de campo, mando y maniobra, sistema almacenamiento de datos, mano de obra de colocación, montaje y puesta en marcha por el servicio técnico del fabricante.Totalmente instalada y en funcionamiento.Total cantidades alzadas	1,00	1.662,80 €	1.662,80 €
Ud.	VALVULA MOTORIZADA DE TRES VÍAS, Válvula motorizada de tres vías para circuito solar, diámetro 2", marca RESOL, incluida p.p. de instalación eléctrica y maniobra, accesorios, mano de obra de colocación y puesta en marcha. Totalmente instalada y en funcionamiento.Total cantidades alzadas	1,00	463,20 €	463,20 €

Ud.	BOMBAS ACELERACIÓN PRIMARIO SOLAR, Bomba aceleración simple de rotor húmedo, marca SMEDEGAARD, modelo EV5-120-2C (una en reserva), capaz de funcionar con agua glicolada, incluyendo accesorios, válvulas de corte, diámetro 2" antes y después de la misma, válvula antirretorno, fuelles de conexión, manómetros y accesorios. Incluida p.p. de instalación eléctrica de fuerza y maniobra y mano de obra de colocación y montaje. Totalmente instalada y en funcionamiento. Total cantidades alzadas	10,00	1.340,64 €	13.406,40 €
Ud.	CONTADOR DE CALORIAS SISTEMA SOLAR, Contador de calorías marca RESOL, con cabeza electrónica DN-25, para el circuito solar, alimentación por batería, caudalímetro mecánico, sondas de inmersión, p.p. de instalación eléctrica, accesorios, mano de obra de colocación y puesta en marcha. Totalmente instalado y en funcionamiento. Total cantidades alzadas	1,00	666,50 €	666,50 €
Ud.	INTERCAMBIADOR DE PLACAS SISTEMA SOLAR, intercambiador de placas marca SEDICAL o similar, modelo UFP-25/5H-C-PN10, con un salto térmico de 6° C, pérdida de carga en primario 6,3 kPa, del tipo de juntas, incluyendo tomas de limpieza con llaves de corte de tipo esfera y aislamiento térmico. Incluida mano de obra de colocación y montaje. Totalmente instalado y en funcionamiento. Total cantidades alzadas	4,00	1.601,65 €	6.406,60 €
Ud.	DEPOSITO DE ACUMULACIÓN AGUA PANELES SOLARES, Depósito de acumulación agua de paneles solares con una capacidad de 4800 l, incluidos portes y p.p. de tubería de conexión, diámetro 2", manómetro con llave de corte. Totalmente instalado y en funcionamiento. Total cantidades alzadas	4,00	5.704,00 €	22.816,00 €
Ud.	VASOS DE EXPANSION PANELES SOLARES, Depósito de expansión cerrado marca IBAIONDO o similar, con una capacidad de 3000 l, incluidos portes y p.p. de tubería de conexión, diámetro 2", manómetro con llave de corte. Totalmente instalado y en funcionamiento. Total cantidades alzadas	4,00	2.100,00 €	8.400,00 €
Ud.	PURGADORES MANUALES, Purgadores manuales marca VENTOPIC, para distribución colectores solares. Se instalarán dos por batería de colectores. Incluyen válvulas de corte de diámetro 1/8" y mano de obra de colocación. Total cantidades alzadas	20,00	41,17 €	823,40 €

Ud.	TUBERIA, m.l. Aproximados de tubería de cobre de diversos diámetros , según norma UNE EN 1057,de distribución, para interconexión de las baterías de colectores solares y conexión ala Sala Hidráulica. Las tuberías exteriores irán aisladas térmicamente con coquilla defibra de vidrio y forro en chapa de aluminio, con sus juntas selladas con silicona y latubería que no discurra vista se aislará con caucho sintético de espesores segúnRITE. Incluidos dilatadores para soldar, accesorios, llaves de corte, soportación,mano de obra de colocación, montaje y portes. Incluidas pruebas. Totalmenteinstalada y en funcionamiento. P.p. de recortes incluido.Total cantidades alzadas	130,00	51,00 €	6.630,00 €
Ud.	VALVULAS DE SEGURIDAD, Válvula de seguridad marca PNEUMATEX o similar, diámetro 2", tarada a 5 bar, conprecinto de tarado, incluida mano de obra de colocación y montaje. Totalmenteinstalada y en funcionamiento.Total cantidades alzadas	1,00	240,49 €	240,49 €
Ud.	VALVULAS DE EQUILIBRADO, Válvulas de equilibrado por cada batería de colectores, con tomas para lectura decaudal, diámetro 3/4", incluida mano de obra de colocación y montaje, se procederá alajuste de caudal de cada batería de colectores mediante equipo que indique al menoscaudal y pérdida de carga de cada batería. Sistema totalmente instalado, equilibradohidráulicamente y en funcionamiento.Total cantidades alzadas	20,00	79,07 €	1.581,40 €
Ud.	VALVULAS DE CORTE, Válvulas de corte de tipo esfera de paso total en latón forjado, diámetro 3/4", incluidosracores y accesorios. Totalmente instaladas y en funcionamiento. Las válvulas iránubicadas en cada fila de colectores.Total cantidades alzadas	20,00	33,65 €	673,00 €
Ud.	EQUIPO DE LLENADO SISTEMA SOLAR, Equipo de llenado de la instalación, formado por:- Grupo de presión con bomba de 900 l/h y una presión de 4 kg/cm2, marca HISO osimilar, modelo CETRIBOX.- Depósito de polietileno de 100 l de capacidad.- 2 Válvulas de corte de diámetro 1" tipo esfera.- P.p. de tubería de cobre, diámetro 20x22 mm, según UNE EN 1057.- Vaciado del sistema con p.p. de tubería y válvula de corte.- Conexión al circuito de energía solar.- Válvula antirretorno de diámetro 1".- Fluído caloportador T y color con protección hasta -30°C.Totalmente instalado y en funcionamiento.Total cantidades alzadas	1,00	1.446,21 €	1.446,21 €

Ud.	TRAMITACIÓN Y LEGALIZACIÓN ENERGÍA SOLAR, Preparación de documentación (certificados, proyectos de legalización, etc.), gastos de tasas y visados, manuales de instrucción, pruebas y actas de resultados, planos definitivos de todas las instalaciones en soporte informático y papel. Las instalaciones se entregarán totalmente documentadas, tramitadas y legalizadas. Gestión y tramitación de subvenciones si procede. Total cantidades alzadas <sup>1</sup>	1,00	3.000,00 €	3.000,00 €
-----	---	------	------------	------------

<b>Total presupuesto</b>	<b>212.792,00 €</b>
--------------------------	---------------------

<b>IVA 16%</b>	<b>34.046,72 €</b>
----------------	--------------------

<b>Total presupuesto</b>	<b>246.838,72 €</b>
--------------------------	---------------------

## 8.- Presupuesto Instalación Sistema Solar para ayuda a calefacción de fan-coils

Uds.	Descripción	Medición	Precio	Importe
Ud	COLECTORES SOLARES PLANOS, Suministro e instalación de colectores solares planos de la marca Wolf Ibérica, modelo Topson F3 o similar, para las siguientes condiciones:- Temperatura de trabajo 55º C.-.- Orientación 0º.- Inclinação 50º.- Situación Getafe (Madrid)- Disipación exceso de energía en las condiciones de consumo previstas.- Datos de aportación solar en Madrid. Los paneles solares estarán homologados y ensayados por el INTA. Ubicación y colocación según planos y cumpliendo las exigencias del RITE y el Código técnico. Esta partida incluirá ayudas de obra civil y estructuras de acero galvanizado construidas para una inclinación de 50º, para colocación de los paneles solares, con apoyo de estructuras. La garantía de los colectores solares debe ser igual o superior a los 5 años. Incluidos portes, ayudas de elevación, accesorios de montaje (adaptadores, tapones, racores de entrada y salida, uniones de captadores, juntas, abrazaderas, pletinas, etc.), soporte técnico y replanteo por parte del fabricante, para su correcto montaje y colocación, puesta en marcha. Incluidas ayudas de obra civil. Total cantidades alzadas.	118,00	753,00 €	88.854,00 €
Ud.	CONTROL Y REGULACIÓN DEL SISTEMA SOLAR, Sistema de regulación del sistema solar de la marca Wolf Ibérica, modelo Digisolar MF o similar, compuesto de:- Central multisistema con display.- Sonda solar.- Selector automático/manual/off.- Opciones programables- Capacidad para 14 entradas de sondas.- Sondas de inmersión con vainas. Incluida p.p. de instalación eléctrica, con actuación sobre las válvulas de tres vías cuando la temperatura de retorno llegue a la consigna, incluyendo sonda, conexiones a elementos de campo, mando y maniobra, sistema almacenamiento de datos, mano de obra de colocación, montaje y puesta en marcha por el servicio técnico del fabricante. Totalmente instalada y en funcionamiento. Total cantidades alzadas	1,00	1.662,80 €	1.662,80 €
Ud.	VALVULA MOTORIZADA DE TRES VÍAS, Válvula motorizada de tres vías para circuito solar, diámetro 2", marca RESOL, incluida p.p. de instalación eléctrica y maniobra, accesorios, mano de obra de colocación y puesta en marcha. Totalmente instalada y en funcionamiento. Total cantidades alzadas	1,00	463,20 €	463,20 €

Ud.	BOMBAS ACELERACIÓN PRIMARIO SOLAR, Bomba aceleración simple de rotor húmedo, marca SMEDEGAARD, modelo EV5-120-2C (una en reserva), capaz de funcionar con agua glicolada, incluyendo accesorios, válvulas de corte, diámetro 2" antes y después de la misma, válvula antirretorno, fuelles de conexión, manómetros y accesorios. Incluida p.p. desinstalación eléctrica de fuerza y maniobra y mano de obra de colocación y montaje. Totalmente instalada y en funcionamiento. Total cantidades alzadas	8,00	1.340,64 €	10.725,12 €
Ud.	CONTADOR DE CALORIAS SISTEMA SOLAR, Contador de calorías marca RESOL, con cabeza electrónica DN-25, para el circuito solar, alimentación por batería, caudalímetro mecánico, sondas de inmersión, p.p. desinstalación eléctrica, accesorios, mano de obra de colocación y puesta en marcha. Totalmente instalado y en funcionamiento. Total cantidades alzadas	1,00	666,50 €	666,50 €
Ud.	DEPOSITO DE ACUMULACIÓN AGUA PANELES SOLARES, Depósito de acumulacion agua de paneles solares con una capacidad de 4800 l, incluidos portes y p.p. de tubería de conexión, diámetro 2", manómetro con llave de corte. Totalmente instalado y en funcionamiento. Total cantidades alzadas	4,00	3100,00 €	12.400,00 €
Ud.	INTERCAMBIADOR DE PLACAS SISTEMA SOLAR, intercambiador de placas marca SEDICAL o similar, modelo UFP-25/5H-C-PN10, con un salto térmico de 6º C, pérdida de carga en primario 6,3 kPa, del tipo de juntas, incluyendo tomas de limpieza con llaves de corte de tipo esfera y aislamiento térmico. Incluida mano de obra de colocación y montaje. Totalmente instalado y en funcionamiento. Total cantidades alzadas	4,00	1.601,65 €	6.406,60 €
Ud.	VASOS DE EXPANSION PANELES SOLARES, Depósito de expansión cerrado marca IBAIONDO o similar, , con una capacidad de 3000 l, incluidos portes y p.p. de tubería de conexión, diámetro 2", manómetro con llave de corte. Totalmente instalado y en funcionamiento. Total cantidades alzadas	4,00	2.100,00 €	8.400,00 €
Ud.	PURGADORES MANUALES, Purgadores manuales marca VENTOPIC, para distribución colectores solares. Se instalarán dos por batería de colectores. Incluyen válvulas de corte de diámetro 1/8" y mano de obra de colocación. Total cantidades alzadas	14,00	41,17 €	576,38 €



Ud.	TUBERIA, m.l. Aproximados de tubería de cobre de diversos diámetros , según norma UNE EN 1057,de distribución, para interconexión de las baterías de colectores solares y conexión ala Sala Hidráulica. Las tuberías exteriores irán aisladas térmicamente con coquilla de fibra de vidrio y forro en chapa de aluminio, con sus juntas selladas con silicona y la tubería que no discorra vista se aislará con caucho sintético de espesores según RITE. Incluidos dilatadores para soldar, accesorios, llaves de corte, suportación, mano de obra de colocación, montaje y portes. Incluidas pruebas. Totalmente instalada y en funcionamiento. P.p. de recortes incluido. Total cantidades alzadas	117,00	51,00 €	5.967,00 €
Ud.	VALVULAS DE SEGURIDAD, Válvula de seguridad marca PNEUMATEX o similar, diámetro 2", tarada a 5 bar, con precinto de tarado, incluida mano de obra de colocación y montaje. Totalmente instalada y en funcionamiento. Total cantidades alzadas	1,00	240,49 €	240,49 €
Ud.	VALVULAS DE EQUILIBRADO, Válvulas de equilibrado por cada batería de colectores, con tomas para lectura de caudal, diámetro 3/4", incluida mano de obra de colocación y montaje, se procederá al ajuste de caudal de cada batería de colectores mediante equipo que indique al menos caudal y pérdida de carga de cada batería. Sistema totalmente instalado, equilibrado hidráulicamente y en funcionamiento. Total cantidades alzadas	14,00	79,07 €	1.106,98 €
Ud.	VALVULAS DE CORTE, Válvulas de corte de tipo esfera de paso total en latón forjado, diámetro 3/4", incluidos racores y accesorios. Totalmente instaladas y en funcionamiento. Las válvulas irán ubicadas en cada fila de colectores. Total cantidades alzadas	14,00	33,65 €	471,10 €
Ud.	EQUIPO DE LLENADO SISTEMA SOLAR, Equipo de llenado de la instalación, formado por:- Grupo de presión con bomba de 900 l/h y una presión de 4 kg/cm2, marca HISO o similar, modelo CETRIBOX.- Depósito de polietileno de 100 l de capacidad.- 2 Válvulas de corte de diámetro 1" tipo esfera.- P.p. de tubería de cobre, diámetro 20x22 mm, según UNE EN 1057.- Vaciado del sistema con p.p. de tubería y válvula de corte.- Conexión al circuito de energía solar.- Válvula antirretorno de diámetro 1".- Fluido caloportador T y color con protección hasta -30°C. Totalmente instalado y en funcionamiento. Total cantidades alzadas	1,00	1.446,21 €	1.446,21 €

Ud.	TRAMITACIÓN Y LEGALIZACIÓN ENERGÍA SOLAR, Preparación de documentación (certificados, proyectos de legalización, etc.), gastos de tasas y visados, manuales de instrucción, pruebas y actas de resultados, planos definitivos de todas las instalaciones en soporte informático y papel. Las instalaciones se entregarán totalmente documentadas, tramitadas y legalizadas. Gestión y tramitación de subvenciones si procede. Total cantidades alzadas <sup>1</sup>	1,00	3.000,00 €	3.000,00 €
-----	---	------	------------	------------

<b>Total presupuesto</b>	<b>142.386,38 €</b>
--------------------------	---------------------

<b>IVA 16%</b>	<b>22.781,82 €</b>
----------------	--------------------

<b>Total presupuesto</b>	<b>165.168,20€</b>
--------------------------	--------------------